

# **PENYELESAIAN *VEHICLE ROUTING PROBLEM* (VRP) MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA**

## **TUGAS AKHIR**

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat  
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains  
pada Jurusan Matematika

**Oleh :**

**BAMBANG HERMANSYAH**  
**10454025642**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU  
PEKANBARU  
2011**

# **PENYELESAIAN VEHICLE ROUTING PROBLEM (VRP) MENGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA**

**BAMBANG HERMANSYAH**  
**10454025642**

Tanggal Sidang : 30 Juni 2011

Periode Wisuda : November 2011

Jurusan Matematika  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau  
Jl. HR. Soebrantas No 155 Pekanbaru

## **ABSTRAK**

Tugas Akhir ini membahas tentang *Vehicle Routing Problem* (VRP) dengan contoh kasus pada pengiriman pesanan air galon dengan 2 kendaraan dan 2 orang pemesan untuk menentukan rute terpendek dengan menggunakan Algoritma Genetika (GA). Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa lintasan dengan jarak terpendek dan waktu terkecil pada kendaraan I adalah kromosom I dengan jarak 4700 Meter dan waktu 113,16 Menit. Lintasan dengan jarak terpendek dan waktu terkecil pada kendaraan II adalah kromosom VI dengan jarak 6030 Meter dan waktu 135,24 Menit.

**Kata kunci:** Algoritma Genetika, *Vehicle Routing Problem*

## KATA PENGANTAR

Syukur alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini tepat pada waktunya. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat kelulusan tingkat sarjana.

Penyusunan dan penyelesaian Tugas Akhir ini penulis tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, baik langsung maupun tidak langsung. Untuk itu sudah sepantasnya penulis mengucapkan terimakasih yang tidak terhingga kepada kedua orang tua tercinta Bapak (Saharuddin) dan Mamak (Asrah) yang tidak pernah lelah dan tiada henti melimpahkan kasih sayang, perhatian, motivasi yang membuat penulis mampu untuk terus dan terus melangkah, pelajaran hidup, juga materi yang tidak mungkin bisa terbalaskan. Jasa-jasamu akan selalu kukenang hingga akhir hayatku dan semoga Allah menjadikan jasa-jasamu sebagai amalan soleh, Amin.

Selanjutnya ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. H. M. Nazir selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
2. Ibu Dra. Hj. Yenita Morena, M.Si selaku Plt Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
3. Ibu Yuslenita Muda, M.Sc. selaku Ketua Jurusan Matematika yang telah banyak membantu, memberikan kritikan dan saran serta dukungan dalam penulisan Tugas Akhir ini Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
4. Ibu Sri Basriati, M.Sc. dan Bapak Wartono, M.Sc. selaku pembimbing yang telah banyak membantu, mengarahkan, mendukung, dan membimbing penulis dalam penulisan Tugas Akhir ini.
5. Bapak M. Soleh, M.Sc dan Bapak M. Nizam Muhajir, S.Si. selaku penguji yang telah banyak membantu, memberikan kritikan dan saran serta dukungan dalam penulisan Tugas Akhir ini.
6. Ibu Fitri Aryani, M.Sc sebagai koordinator Tugas Akhir.

7. Bapak dan Ibu Dosen di lingkungan FST UIN SUSKA Riau, khususnya di Jurusan Matematika.
8. Untuk adik-adikku yang tersayang Junaidi Hermansyah dan Deni Saputra yang selalu memberi semangat dan motivasi kepada abang.
9. Untuk Siti Zulaiha, AMK yang selalu memberikan semangat, perhatian, kasih sayang dan motivasi dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Untuk saudara-saudara dan family yang memberikan motifasi, Om Taufik Ucu Syarifah, Kak Anti, Adek, Angah Iyang, Angah Atok, Kak Pepen, Bang Kifli, Uwo, dan lain-lain yang tidak bisa disebutkan satu persatu.
11. Untuk sahabat-sahabat yang selalu memberikan arahan dan motifasi, Debi Chandra, S.Sos, M. Jamil, M. Ikhsan, ST, dan masih banyak lagi yang tidak bisa penulis sebutkan namanya.
12. Teman-teman Matematika, khususnya Laina, Bidayasari, Wina, Devi, Abang Roni, Ryan, Lukman, Lutfi, Ratna yang selalu semangat dan memberikan motivasi kepada penulis.
13. Rekan-rekan dan adik-adik Racana UIN SUSKA Riau dan DKD 04 Gerakan Pramuka Riau yang selalu memberikan dukungan kepada penulis.
14. Abang Roni yang selalu memberikan dan mengajarkan pengalaman ilmu dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
15. Semua pihak yang telah memberi bantuan dari awal sampai selesai Tugas Akhir ini yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini penulis telah berusaha semaksimal mungkin. Walaupun demikian tidak tertutup kemungkinan adanya kesalahan dan kekurangan baik dalam penulisan maupun dalam penyajian materi. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari berbagai pihak demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Pekanbaru, 30 Juni 2011

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL .....	iv
LEMBAR PERNYATAAN .....	v
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	vi
ABSTRAK .....	vii
<i>ABSTRACT</i> .....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR SIMBOL.....	xv
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang .....	I-1
1.2 Perumusan Masalah .....	I-3
1.3 Batasan Masalah.....	I-3
1.4 Tujuan dan manfaat Penelitian .....	I-4
1.4.1 Tujuan Penelitian.....	I-4
1.4.2 Manfaat Penelitian.....	I-4
1.5 Sistematika Penulisan .....	I-4
BAB II. LANDASAN TEORI	
2.1 Graf.....	II-1
2.1.1 Beberapa istilah yang berkaitan dengan graf.....	II-1
2.2 <i>Vehicle Routing Problem</i> .....	II-2
2.2.1 Model <i>Vehicle Routing Problem</i> (VRP).....	II-2
2.3 Jalur dan Penjadwalan .....	II-5
2.3.1 Metode Optimal/Eksak.....	II-6
2.3.2 Metode Heuristik.....	II-6
2.4 Algoritma Genetika.....	II-7

2.4.1 Individu dalam Algoritma Genetika.....	II-8
2.4.2 Kromosom.....	II-9
2.4.3 Fungsi <i>Fitness</i> .....	II-9
A. Strategi Menentukan nilai Fungsi <i>Fitness</i> .....	II-9
2.4.4 Langkah-langkah penyelesaian dengan GA.....	II-11
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	
BAB IV. PENYELESAIAN <i>VEHICLE ROUTING PROBLEM</i> (VRP) MENGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA.	
4.1 Contoh.....	IV-1
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	
5.1 Kesimpulan.....	V-1
5.2 Saran .....	V-1
DAFTAR PUSTAKA	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
2.1 Klasifikasi Penentuan Jalur dan Penjadwalan Kendaraan.....	II-5
4.1 Data Kendaraan I untuk Jalur 1 Dian.....	IV-1
4.2 Data Kendaraan I untuk Jalur 2 Dian.....	IV-2
4.3 Data Kendaraan I untuk Jalur 3 Dian.....	IV-2
4.4 Data Kendaraan I untuk Jalur 4 Dian.....	IV-3
4.5 Data Kendaraan I untuk Jalur 5 Dian.....	IV-3
4.6 Data Kendaraan II untuk Jalur 1 SMPN.....	IV-5
4.7 Data Kendaraan II untuk Jalur 2 SMPN.....	IV-6
4.8 Data Kendaraan II untuk Jalur 3 SMPN.....	IV-6
4.9 Data Kendaraan II untuk Jalur 4 SMPN.....	IV-7
4.10 Data Kendaraan II untuk Jalur 5 SMPN.....	IV-7
4.11 Data Kendaraan II untuk Jalur 6 SMPN.....	IV-8

## DAFTAR SIMBOL

$i$	: Indeks titik awal
$j$	: Indeks titik tujuan
$v$	: Indeks kendaraan
$c_{ij}$	: jarak dari titik $i$ ke titik $j$
$d_i$	: Jumlah <i>demand</i> di titik $i$
$K_v$	: Kapasitas maksimum armada $v$
$t_i^v$	: Waktu yang dibutuhkan armada $v$ pada titik $i$
$t_{ij}^v$	: Waktu tempuh yang dibutuhkan armada $v$ untuk berangkat dari titik $i$ menuju titik $j$
$T_v$	: Total waktu maksimum dari armada untuk menempuh sebuah rute
$n$	: Total jumlah titik yang ada
$NV$	: Total jumlah armada yang tersedia
$x_{ij}^v = 1$	: Armada $v$ yang berangkat dari titik $i$ menuju titik $j$
$x_{ij}^v = 0$	: Armada $v$ tidak berangkat dari titik $i$ menuju titik $j$
$B$	: Konstanta yang ditentukan



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 LATAR BELAKANG**

Transportasi merupakan salah satu komponen yang sangat penting dalam sistem manajemen logistik. Peningkatan efisiensi dari sistem transportasi dapat dilakukan dengan memaksimalkan *utilitas* dari alat transportasi yang ada. Untuk mengurangi biaya transportasi dan juga untuk meningkatkan pelayanan terhadap para *costumer*, perlu dicari jalur atau rute terbaik, yang dapat meminimalkan jarak dan waktu. Permasalahan yang bertujuan untuk membuat suatu rute yang optimal, untuk sekelompok kendaraan, agar dapat melayani sejumlah konsumen, disebut sebagai *Vehicle Routing Problems* (VRP).

Secara umum VRP dapat digambarkan sebagai permasalahan dalam mendesain rute dari suatu depot ke sekumpulan titik (kota, toko, gudang, sekolah, konsumen dan lain-lain) yang tersebar, dengan biaya termurah. Rute tersebut harus dibuat sedemikian rupa, sehingga setiap titik dikunjungi oleh tepat satu kendaraan, semua rute berawal dan berakhir di depot, dan total *demand* dari semua titik dalam sebuah rute tidak melebihi kapasitas dari kendaraan.

*Traveling Salesman Problem* (TSP) merupakan sebuah permasalahan optimasi yang dapat diterapkan pada berbagai kegiatan seperti *routing* dan penjadwalan produksi. Masalah optimasi TSP terkenal dan telah menjadi standar untuk mencoba algoritma yang komputational. Pokok permasalahan dari TSP adalah seorang *salesman* harus mengunjungi sejumlah kota yang diketahui jaraknya satu dengan yang lainnya. Semua kota yang ada harus dikunjungi oleh *salesman* tersebut dan kota tersebut hanya boleh dikunjungi tepat satu kali. Permasalahannya adalah bagaimana *salesman* tersebut dapat mengatur rute perjalanannya sehingga jarak yang ditempuhnya merupakan jarak minimum.

Terdapat perbedaan yang sangat berarti antara VRP dan TSP. VRP menggunakan banyak kendaraan untuk menyelesaikan permasalahan perjalanan sedangkan TSP seorang *salesman* melakukan perjalanan menuju kota untuk menyelesaikan permasalahan perjalanan.

VRP merupakan suatu permasalahan penting yang terdapat pada sistem transportasi yang bertujuan meminimalkan total jarak tempuh supaya biaya pengoperasian kendaraan minimal. VRP termasuk ke dalam kelas *Nondeterministic Polynomial-Hard* (NPH) artinya parameter yang mempengaruhi sangat kompleks dan penyelesaiannya tidak dapat diselesaikan dengan sebuah algoritma linier saja, karena membutuhkan waktu yang sangat lama, yang pada umumnya menggunakan pendekatan heuristik untuk mencari solusinya.

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah algoritma genetika. Algoritma genetika ditemukan oleh John Holland pada tahun 1960. Algoritma ini menerapkan suatu proses *evolusi* biologi. Banyak percobaan dalam menyelesaikan VRP dengan menggunakan metode algoritma genetika, tetapi masih terdapat beberapa percobaan yang menghasilkan solusi yang tidak layak. Ketidak layakan dari solusi dapat dihindari dengan menggunakan suatu skema yang menjelaskan permasalahan kasus VRP dengan baik dan lebih terstruktur.

Banyak metode digunakan untuk penyelesaian VRP, salah satunya adalah dengan Algoritma Genetika/*Genetic Algorithms* (GA), yaitu sebuah teknik pencarian yang berusaha meniru operasi-operasi genetika alami. GA secara simultan dapat mengevaluasi banyak titik yang ada dalam ruang lingkup parameter penelitian secara sekaligus dan kemudian mengarahkannya menuju *Global Optimum Solution* (solusi optimum untuk keseluruhan ruang lingkup parameter penelitian). Evaluasi ini dapat digunakan untuk persoalan yang menggunakan banyak fungsi tujuan (multi objektif). Selain itu GA dapat

diprediksi waktu siklus untuk simulasi (dengan bantuan komputer) dalam hitungan jam menjadi menit bahkan detik saja.

Algoritma genetika merupakan salah satu metode heuristik yang analognya dengan proses evolusi alam dengan tahap seleksi, *crossover* dan mutasi. Berdasarkan latar belakang di atas, maka saya tertarik melakukan penelitian dengan judul “**PENYELESAIAN *VEHICLE ROUTING PROBLEM* (VRP) MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA**”.

## **1.2 PERUMUSAN MASALAH**

Permasalahan yang dikaji dalam tugas akhir ini adalah bagaimana menyelesaikan *Vehicle Routing Problem* (VRP) menggunakan Algoritma Genetika sehingga diperoleh solusi yang mendekati optimal dengan tidak mengabaikan batasan-batasan yang ada.

## **1.3 BATASAN MASALAH**

Batasan masalah yang digunakan dalam penyelesaian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Kapasitas angkut kendaraan seragam.
- b. Sejumlah kendaraan pada depot selalu tersedia dan dapat digunakan.
- c. Data permintaan customer telah ditentukan sebelumnya.
- d. Titik lokasi berdasarkan koordinat kartesian (jarak antar titik).
- e. Kecepatan kendaraan berbeda.
- f. Kemacetan lalu lintas pada lintasan yang diperoleh tidak diabaikan.
- g. Struktur jalan menjadi salah satu penghambat.
- h. Kendaraan hanya mengantar pesanan *costumer*.

Proses penyelesaiannya, diasumsikan bahwa jarak berbanding lurus dengan biaya yang dikeluarkan, sehingga jarak yang minimal mewakili biaya yang minimal.

## **1.4 TUJUAN DAN MANFAAT**

### **1.4.1 Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah mendapatkan solusi optimal VRP dengan menggunakan algoritma genetika.

### **1.4.2 Manfaat Penelitian**

Hasil akhir penelitian diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut.

1. Penulis dapat menambah pengetahuan tentang konsep-konsep teori Algoritma Genetika dan VRP, sehingga dapat mengaplikasikannya untuk mempresentasikan suatu masalah yang terdapat dalam kehidupan nyata (*real life*).
2. Penelitian ini dapat menjadikan suatu kegiatan pengembangan wawasan keilmuan khususnya dalam bidang matematika tentang Algoritma Genetika untuk menyelesaikan masalah VRP.

## **1.5 SISTEMATIKA PENULISAN**

Sistematika dalam pembuatan tulisan ini mencakup lima bab yaitu :

### **BAB I     Pendahuluan**

Bab ini berisi latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan masalah, dan sistematika penulisan

### **BAB II    Landasan Teori**

Bab ini berisi informasi tentang VRP dan Algoritma Genetika yang digunakan dalam penulisan ataupun metode yang dipakai.

### **BAB III   Metodologi Penelitian**

Bab ini berisikan langkah-langkah dalam menyelesaikan VRP dengan menggunakan Algoritma Genetika.

#### **BAB IV Pembahasan dan Analisa**

Bab ini berisikan penyelesaian VRP dengan menggunakan Algoritma Genetika.

#### **BAB V Penutup**

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran.

## BAB II

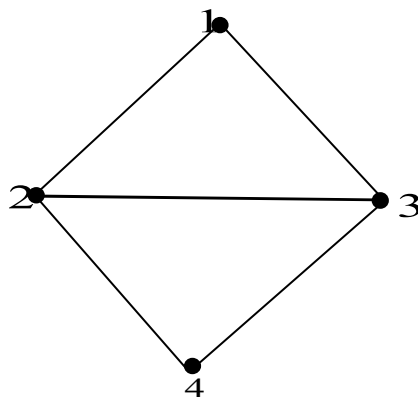
### LANDASAN TEORI

Landasan teori yang digunakan penulis dalam penyusunan tugas akhir yang berjudul “**Penyelesaian *Vehicle Routing Problem* (VRP) Menggunakan Algoritma Genetika**” adalah sebagai berikut:

#### 2.1 GRAF

**Definisi 2.1 (Munir, Rinaldi : 2003)** Graf  $G$  didefinisikan sebagai pasangan himpunan  $(V, E)$ , ditulis dengan notasi  $G = (V, E)$ , yang dalam hal ini  $V$  adalah himpunan tidak kosong dari simpul-simpul (*vertex* atau *node*) dan  $E$  adalah himpunan sisi (*edge* atau *arcs*) yang menghubungkan sepasang simpul.

Contoh 2.1 Graf Sederhana:



**Gambar 2.1 Graf sederhana**

Graf sederhana di atas adalah graf dengan himpunan simpul  $V$  dan sisi  $E$  adalah:

$$V = \{1, 2, 3, 4\},$$

$$E = \{(1, 2), (1, 3), (2, 3), (2, 4), (3, 4)\}.$$

##### 2.1.1 Beberapa Istilah yang Berkaitan dengan Graf

###### a. *Loop*

Suatu sisi yang menghubungkan suatu simpul dengan dirinya sendiri.

- b. Lintasan

**Definisi 8.7 (Munir, Rinaldi : 2003)** Lintasan yang panjangnya  $n$  dari simpul awal  $v_0$  ke simpul tujuan  $v_n$  di dalam graf  $G$  ialah barisan berselang seling simpul-simpul dan sisi-sisi.

- c. Lintasan tertutup atau sirkuit

Lintasan tertutup atau sirkuit adalah Lintasan yang berawal dan berakhir pada simpul yang sama.

Istilah-istilah di atas dalam Algoritma Genetika simpul- simpul (*Vertex*) disebut juga Gen, sisi ( *edge*) disebut juga Individu, lintasan disebut juga jalur / Kromosom

## **2.2 VEHICLE ROUTING PROBLEM**

Permasalahan dalam proses pendistribusian barang yang bertujuan untuk membuat suatu jalur yang optimal, untuk sekelompok kendaraan yang diketahui kapasitasnya, agar dapat memenuhi pesanan *costumer* dengan lokasi dan permintaan yang telah diketahui, disebut *Vehicle Routing Problem* (VRP). Adapun tujuan dari mendesain jalur kendaraan ini adalah untuk meminimasi beberapa fungsi *obyektif* seperti meminimasi jumlah armada yang digunakan dan meminimasi total jarak atau waktu perjalanan yang ditempuh.

Secara khusus, solusi dari VRP adalah menentukan sekelompok jalur perjalanan di mana setiap jalur dilewati oleh sebuah kendaraan yang berawal dari depot dan berakhir pada depot itu pula sehingga semua permintaan *costumer* dan seluruh kendala operasionalnya terpenuhi dengan biaya transportasi yang seminim mungkin. Beberapa komponen yang terdapat pada VRP, yaitu *vehicle*, *costumer*, *depot*, pengemudi, dan faktor-faktor yang lain.

### **2.2.1 Model Vehicle Routing Problem (VRP)**

VRP dapat didefinisikan sebagai permasalahan perancangan jalur kendaraan pengiriman yang diketahui kapasitasnya, beroperasi dari satu *depot*

untuk memberikan *supply* pada sekumpulan pelanggan dengan lokasi dan permintaan yang telah diketahui dengan satu atau beberapa komoditi barang yang sudah pasti.

Sam R. Tangiah (1995) membuat suatu formulasi *Mixed-integer Programing* dari permasalahan VRP ini. Parameter dan variabel yang digunakan dalam formulasi tersebut antara lain:

Rumus:

Model mixed-integer programing:

Fungsi tujuan:

$$\text{Min} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{v=1}^{NV} c_{ij} x_{ij}^v \quad (2.1)$$

Kendala-kendala:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{v=1}^{NV} x_{ij}^v = 1 \quad (j = 2, \dots, n) \quad (2.2)$$

$$\sum_{j=1}^n \sum_{v=1}^{NV} x_{ij}^v = 1 \quad (i = 2, \dots, n) \quad (2.3)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ip}^v - \sum_{v=1}^n x_{pj}^v = 0 \quad (v = 1, \dots, NV; p = 1, \dots, n) \quad (2.4)$$

$$\sum_{i=1}^n d_i \left\langle \sum_{j=1}^n x_{ij}^v \right\rangle \leq K_v \quad (v = 1, \dots, NV) \quad (2.5)$$

$$\sum_{i=1}^n t_i^v \sum_{j=1}^n x_{ij}^v + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n t_{ij}^v x_{ij}^v \leq T_v \quad (v = 1, \dots, NV) \quad (2.6)$$

$$\sum_{j=2}^n x_{1j}^v \leq 1 \quad (v = 1, \dots, NV) \quad (2.7)$$

$$\sum_{i=2}^n x_{i1}^v \leq 1 \quad (v = 1, \dots, NV) \quad (2.8)$$

$$x_{ij}^v = 0 \text{ atau } 1; \quad \text{untuk semua } i, j, v \quad (2.9)$$

dengan :

$i$  adalah indeks titik awal



$j$  adalah indeks titik tujuan

$v$  adalah indeks kendaraan

$p$  adalah indeks demand titik

$c_{ij}$  adalah jarak dari titik  $i$  ke titik  $j$

$d_i$  adalah jumlah *demand* di titik  $i$

$K_v$  adalah kapasitas maksimum armada  $v$

$t_i^v$  adalah waktu yang dibutuhkan armada  $v$  pada titik  $i$

$t_{ij}^v$  adalah waktu tempuh yang dibutuhkan armada  $v$  untuk berangkat dari titik  $i$  menuju titik  $j$

$T_v$  adalah total waktu maksimum dari armada untuk menempuh sebuah jalur

$n$  adalah total jumlah titik yang ada

$NV$  adalah total jumlah armada yang tersedia

$x_{ij}^v = 1$  adalah armada  $v$  yang berangkat dari titik  $i$  menuju titik  $j$

$x_{ij}^v = 0$  adalah armada  $v$  tidak berangkat dari titik  $i$  menuju titik  $j$

Persamaan (2.2) dan (2.3) menunjukkan setiap *demand* titik hanya dipenuhi/dilayani oleh tepat satu armada. Persamaan (2.4) menunjukkan bahwa jika sebuah armada memasuki sebuah *demand* titik, maka armada tersebut harus keluar dari titik tersebut ( $p$  = indeks *demand* titik). Persamaan (2.5) menunjukkan bahwa jumlah *demand* dari tiap demand titik yang dikunjungi suatu armada tidak boleh melebihi kapasitas armada tersebut. Persamaan (2.6) menunjukkan bahwa jumlah total waktu unloading dan total waktu tempuh dari armada  $v$  tidak boleh melebihi total waktu maksimum untuk menempuh sebuah jalur dari armada  $v$ . Persamaan (2.7) dan (2.8) menjamin bahwa ketersediaan armada  $v$  tidak melebihi jumlah armada  $v$  yang tersedia. Persamaan (2.9) menjamin bahwa tiap armada tidak ditugaskan untuk melayani lebih dari satu jalur.

### 2.3 JALUR DAN PENJADWALAN

Jalur dan penjadwalan kendaraan diklasifikasikan berdasarkan beberapa karakteristik. Karakteristik tersebut digunakan untuk membantu menganalisa dan mengidentifikasi jenis dari permasalahan. Algoritma-algoritma yang ada dapat diterapkan untuk penyelesaian permasalahan sesuai dengan karakteristik-karakteristik tersebut. Secara garis besar klasifikasi tersebut adalah sebagai berikut ( Bodin L; 1983):

**Tabel 2.1 Klasifikasi Penentuan Jalur dan Penjadwalan Kendaraan**

No	Karakteristik	Pilihan yang Mungkin
1	Ukuran armada kendaraan yang tersedia	<ul style="list-style-type: none"><li>• Satu kendaraan</li><li>• Banyak kendaraan</li></ul>
2	Jenis Armada kendaraan yang tersedia	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sejenis (hanya satu jenis kendaraan)</li><li>• Heterogen ( jenis kendaraan banyak)</li><li>• Khusus (jenis kendaraan dikelompokkan)</li></ul>
3	Penempatan Kendaraan	<ul style="list-style-type: none"><li>• Depot tunggal</li><li>• Depot banyak</li></ul>
4	Sifat Permintaan	<ul style="list-style-type: none"><li>• Deterministik</li><li>• Stokastik/probabilitas</li><li>• Memilih permintaan yang disukai</li></ul>
5	Lokasi Demand	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pada node</li><li>• Pada busur/arc</li><li>• Kombinasi pada node dan busur</li></ul>
6	Keterbatasan kapasitas kendaraan	<ul style="list-style-type: none"><li>• Memaksakan (sama untuk semua jalur)</li><li>• Memaksakan ( berbeda untuk jalur-jalur yang berbeda)</li><li>• Tidak membatasi ( kapasitas tidak terbatas)</li></ul>
7	Waktu Jalur Maksimal	<ul style="list-style-type: none"><li>• Dibatasi (sama untuk semua jalur)</li><li>• Dibatasi ( berbeda untuk jalur yang berbeda)</li><li>• Tidak membatasi (kapasitas tidak terbatas).</li></ul>
8	Operasi	<ul style="list-style-type: none"><li>• Hanya menjemput (mengambil, membawa)</li><li>• Hanya pengantaran</li><li>• Kombinasi (pengantaran dan penjemputan)</li></ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Membagi pengiriman ( menerima atau menolak)</li> </ul>
9	Biaya	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biaya variabel atau routing</li> <li>• Biaya-biaya tambahan operasi tetap atau kendaraan</li> <li>• Biaya-biaya karena permintaan tidak dilayani</li> </ul>
10	Tujuan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Meminimalkan total biaya perjalanan</li> <li>• Menimbulkan jumlah dari biaya-biaya tetap dan variabel</li> <li>• Meminimalkan jumlah kendaraan yang dibutuhkan</li> <li>• Meminimalkan total jarak/waktu yang ditempuh kendaraan</li> <li>• Memaksimalkan utilitasi fungsi yang didasarkan pada pelayanan atau waktu yang sebaik-baiknya</li> <li>• Memaksimalkan utilitasi fungsi yang didasarkan pada prioritas costumer...</li> </ul>

Terdapat dua pendekatan yang digunakan dalam memecahkan masalah jalur dan penjadwalan kendaraan, yaitu metode optimal/eksak dan heuristik.

### 2.3.1Metode Optimal/Eksak

Pendekatan ini menggunakan metode-metode dari program linier atau *integer programming* yang didasarkan pada pemrograman matematis. Metode pendekatan ini akan diperoleh suatu solusi yang optimal, Tetapi metode pendekatan ini hanya baik jika permasalahan yang dihadapi kecil. Sedangkan untuk permasalahan yang melibatkan jumlah input data yang besar, metode penyelesaian ini terhitung menjadi tidak efisien karena penyelesaiannya membutuhkan waktu komputasi yang lama.

### 2.3.2Metode *Heuristik*

Metode *Heuristik* adalah suatu metode yang menggunakan sistem pendekatan dalam melakukan pencarian dalam optimasi Pendekatan heuristik menggunakan suatu algoritma yang secara interaktif akan menghasilkan solusi

yang akan mendekati optimal. Pendekatan heuristik menghasilkan perhitungan yang cepat karena dilakukan dengan membatasi pencarian dengan mengurangi jumlah alternatif yang ada. Pendekatan heuristik lebih dapat diterapkan ke permasalahan nyata dimana permasalahan melibatkan jumlah input yang besar. Ada beberapa algoritma pada metode heuristik yang biasa digunakan dalam permasalahan optimasi, diantaranya Algoritma Genetika, *Ant Colony Optimization*, logika *Fuzzy*, jaringan syaraf tiruan, *Tabu Search*, *Simulated Annealing*, dan lain-lain.

## 2.4 ALGORITMA GENETIKA

Algoritma genetik (GA) merupakan suatu metode heuristik untuk mencari solusi optimum dari suatu permasalahan dengan menggunakan mekanisme pencarian yang meniru proses evolusi biologis. Mekanisme yang digunakan merupakan kombinasi dari pencarian acak dan terstruktur. Algoritma ini sudah berhasil diterapkan dalam berbagai permasalahan *kombinatorial*, mulai dari *Travelling Salesman Problem* (VRP), *Vehicle Routing Problem* (VRP), permasalahan penentuan *layout*, dan penjadwalan produksi.

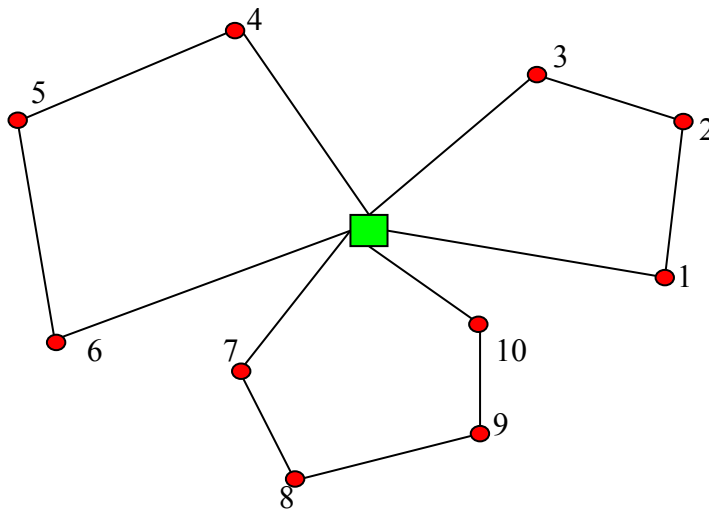
Dalam algoritma genetika solusi yang diterapkan pada sebuah populasi individu-individu yang masing-masing mewakili solusi yang mungkin disebut dengan *kromosom*, yang ditunjukkan dengan sekumpulan simbol dalam bentuk string dengan panjang tertentu dan biasanya dari alfabet biner (0,1). Dalam algoritma genetika ada istilah populasi, individu, kromosom, gen, fitness, Pengertian populasi adalah sejumlah solusi yang mungkin. Populasi awal dibangun secara acak, sedangkan populasi berikutnya merupakan hasil evolusi kromosom-kromosom melalui iterasi yang disebut dengan generasi. Individu adalah sekumpulan gen dalam sistem algoritma genetika bisa dikatakan sama dengan kromosom. Generasi adalah individu yang dilakukan untuk menentukan populasi berikutnya.

### 2.4.1 Individu Algoritma Genetika

Individu merupakan kumpulan dari *gen*. Gen ini bisa biner, *float*, dan kombinatorial. Individu dalam GA dapat juga menyatakan salah satu kemungkinan solusi yang dicari. Misalkan dalam VRP individu dapat menyatakan suatu jalur terpendek yang akan ditempuh.

Definisi individu pada kasus VRP yaitu sebagai berikut:

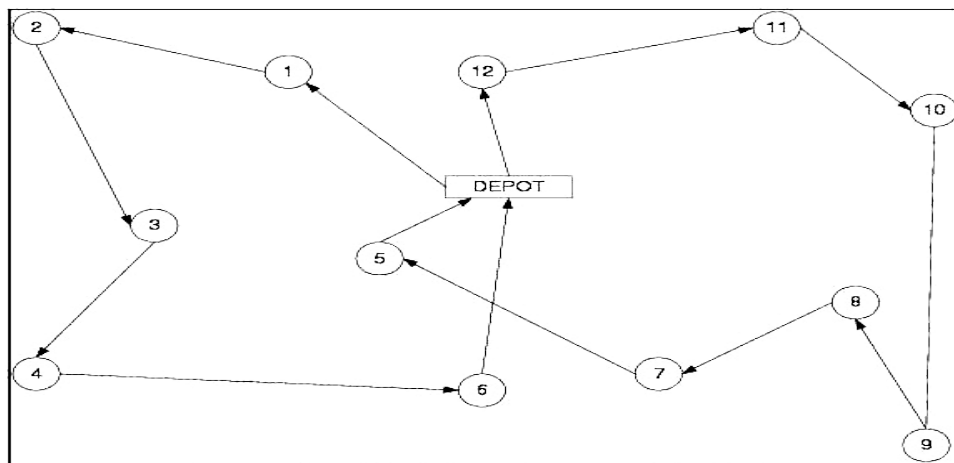
1. VRP (*Vehicle Routing Problem*) adalah suatu permasalahan dimana seorang pekerja depot harus mengunjungi  $N$  kota dengan jarak yang paling pendek, dengan syarat satu kota hanya dikunjungi satu kali.
2. Solusi VRP adalah jalur yang melewati semua kota dan jaraknya paling pendek.
3. Individu untuk VRP didefinisikan sebagai jalur atau urutan nomor kota yang dikunjungi. Misalkan untuk 10 kota salah satu jalur yang mungkin adalah : 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10



Gambar 2.2 Individu pada *Vehicle Routing Problem*

### 2.4.2 KROMOSOM

Kromosom adalah individu yang terdapat dalam satu populasi. Kromosom juga merupakan gabungan gen-gen yang membentuk nilai tertentu. Representasi pengkodean yang digunakan pada algoritma genetika adalah representasi kunci-kunci random. Representasi ini mengkodekan sebuah gen dengan membangkitkan bilangan acak antara  $(0,1)$ . Nilai acak dalam posisi  $i$  menentukan urutan didatanginya kota dalam lintasan VRP. Contoh dari lintasan VRP dapat dilihat pada gambar berikut:



**Gambar 2.3 Lintasan VRP**

Gambar 2.3 di atas merupakan contoh sederhana suatu VRP dengan 2 *Vehicle*. Ada 1 depot dan 12 node yang setelah di *solve* maka diperoleh dua jalur yang total jaraknya paling minimum yaitu jalur 1: depot -1-2-3-4-6-depot adalah Kromosom I dan jalur 2: depot-12-11-10-9-8-7-5-depot adalah Kromosom II.

### 2.4.3 FUNGSI *FITNESS*

Fungsi *fitness* digunakan untuk proses evaluasi kromosom agar memperoleh kromosom yang diinginkan. Fungsi ini membedakan kualitas dari kromosom untuk mengetahui seberapa baik kromosom yang dihasilkan.

#### A. Strategi menentukan nilai fungsi *fitness*

Strategi dalam menentukan nilai fungsi fitness dapat dilakukan dengan cara:

1. Nilai *fitness* merupakan suatu ukuran baik tidaknya suatu solusi yang dinyatakan sebagai satu individu, atau dengan kata lain nilai *fitness* menyatakan nilai dari fungsi tujuan.
2. Algoritma genetika mempunyai tujuan untuk memaksimalkan nilai *fitness* atau mencari nilai *fitness* maksimal.

Kriteria yang digunakan pada proses seleksi ini adalah kriteria fungsi fitness. Masing-masing jalur pada populasi awal dihitung jarak, nilai *fitness*, probabilitas *fitness* dan probabilitas kumulatif *fitness*nya. Tahap-tahap perhitungan *fitness*nya adalah sebagai berikut:

1. Mencari jarak tempuh tiap jalur ( $Z_i$ )
2. Mencari total jarak dari seluruh jalur ( $\sum_{i=1}^N Z_i$ )
3. Mencari nilai *fitness* tiap jalur ( $f_i$ )

$$f_i = \frac{\sum_{i=1}^N Z_i}{Z_i} \quad (2.10)$$

4. Mencari total *fitness* ( $\sum_{i=1}^N f_i$ )
5. Mencari probabilitas tiap jalur ( $p_i$ )

$$p_i = \frac{f_i}{\sum_{i=1}^N f_i} \quad (2.11)$$

6. Mencari probabilitas kumulatif tiap jalur ( $q_i$ )

$$q_i = \sum_{k=1}^i p_i \quad (2.12)$$

Selanjutnya pemilihan sebuah jalur yang menghasilkan populasi berikutnya dilakukan dengan cara mengambil  $N$  buah bilangan random  $r$  dengan

$0 < r < 1$  dan membandingkan bilangan random tersebut dengan probabilitas kumulatif *fitness* tiap jalur.

#### **2.4.4 Langkah-langkah Penyelesaian dengan Algoritma Genetika**

Misalkan  $P$  (generasi) adalah populasi dari satu generasi, maka secara sederhana GA terdiri dari langkah-langkah:

- a. [*Start*] Generasi=0
- b. Inisialisasi populasi awal, secara acak.
- c. [*Fitness*] Lakukan pencarian nilai *fitness* dan Probabilitas pada setiap kromosom.
- d. [*Replace*] Lakukan pengulangan proses sebanyak kromosom dalam populasi
- e. [*selection*] Bandingkan semua nilai probabilitas hingga di dapat nilai yang terkecil.
- f. [*Test*] jika kondisi akhir dipenuhi maka berhenti dan tampilkan solusi dari populasi.



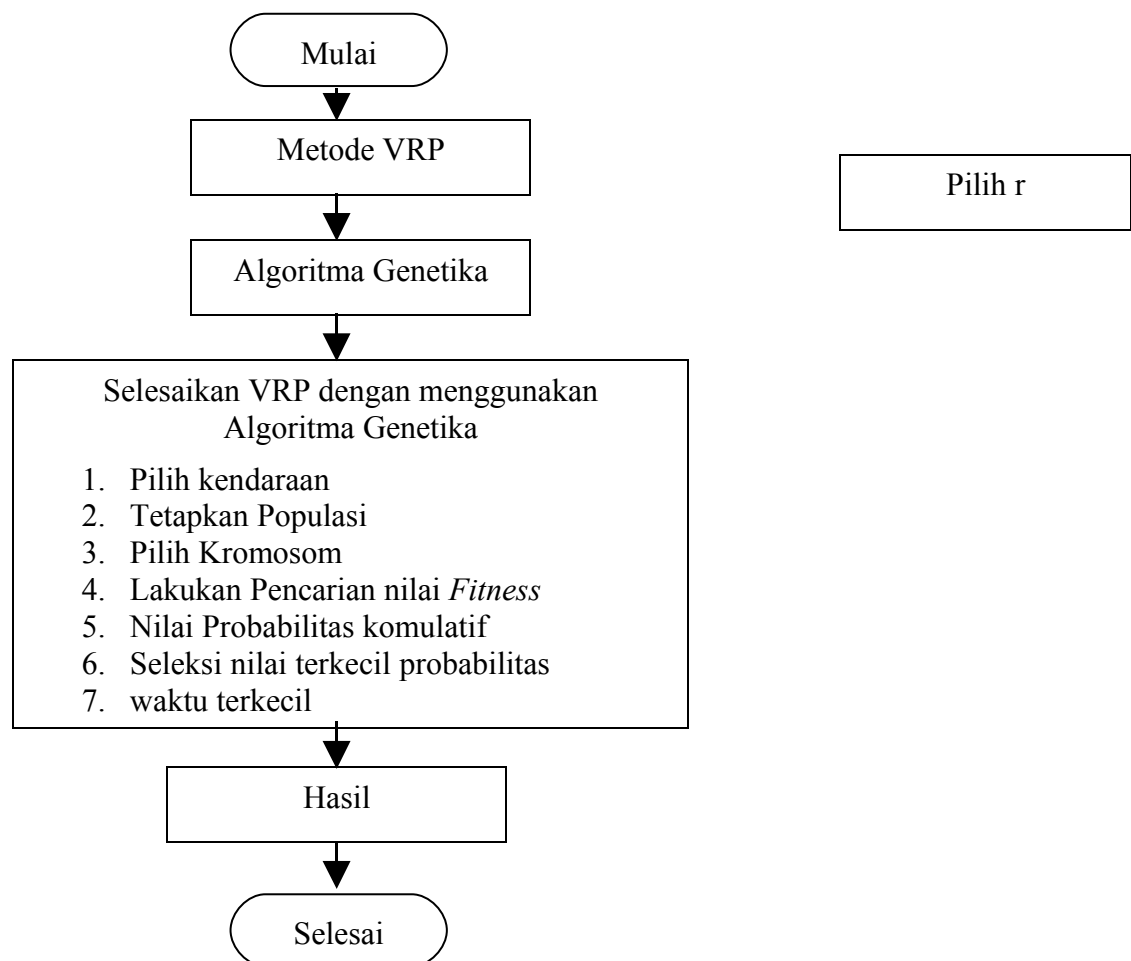
### BAB III

## METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian yang penulis gunakan adalah studi literatur yang bersumber dari buku, jurnal dan artikel. Dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- 1). Memahami *Vehicle Routing Problem*
- 2). Memahami Algoritma Genetika
- 3). Menentukan Jarak terpendek menggunakan Algoritma Genetika
- 4). Menentukan Waktu terkecil menggunakan Algoritma Genetika

Langkah-langkah metodologi penelitian di atas dapat digambarkan dalam *Flowchart* berikut ini:



**Gambar 3.1 *Flowchart* Metodologi Penelitian**

## BAB IV

### PENYELESAIAN *VEHICLE ROUTING PROBLEM* (VRP) MENGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA

Berdasarkan uraian dari landasan teori pada Bab II, maka pada bab ini akan dibahas penulis tentang proses dan beberapa teori pendukung untuk penyelesaian *Vehicle Routing Problem* (VRP) menggunakan Algoritma Genetika.

#### Contoh:

Misalkan Dua (2) unit Sepeda Motor (Honda Supra X dan Honda Kharisma) yang akan Mengantarkan Air Galon pesanan ke Pelanggan. Pelanggan yang dikunjungi oleh II kendaraan tersebut berjumlah 2 orang (A,B). Pelanggan A adalah Toko Dian Rahayu alamatnya adalah Jl. Geriliya No. 15 dan Pelanggan B adalah SMPN 3 Tembilahan alamatnya adalah Jl. Tanjung Harapan No. 38. Angkutan dari masing-masing kendaraan adalah sama yaitu sebanyak 6 galon. Kendaraan 1 membawa 6 buah air galon menuju ke Pelanggan A dan Kendaraan 2 membawa 6 buah air galon menuju ke pelanggan B dimana di ketahui jarak tempuh dari jalur satu ke jalur berikutnya dan kecepatan rata-rata kendaraan. Data dari perjalanan kendaraan I dan II tersebut dapat dikelompokkan sebagai berikut:

**Tabel 4.1 Data kendaraan I untuk jalur 1 Dian**

No	Costumer/pelanggan	Jarak (Meter)	Kecepatan (Km/Jam)
1	Jl. Abdul Manaf (Depot Air Asmira – Toko Barkat )	700 M	30 Km/Jam
2	Jl. H. Arif ( Toko Barkat – Lapangan Tennis)	650 M	50 Km/Jam
3	Jl. Kayu Jati ( Lapangan Tennis – Kelenteng Cina)	750 M	45 Km/Jam
4	Jl. Saptamarga (Kelenteng Cina – SMAN 2 Tembilahan)	800 M	50 Km/Jam
5	Jl. Pelita Jaya ( SMAN 2 Tembilahan – Gudang Bulog)	700 M	55 Km/Jam

6	Jl. Geriliya (Gudang Bulog- Rumah/Toko Dian Rahayu )	1100 M	35 Km/Jam
---	--	--------	-----------

**Tabel 4.2 Data kendaraan I untuk jalur 2 Dian**

No	Costumer/pelanggan	Jarak (Meter)	Kecepatan (Km/Jam)
1	Jl. Abdul Manaf (Depot Air Asmira – Toko Barkat )	700 M	30 Km/Jam
2	Jl. H. Arif ( Toko Barkat – Lapangan Tennis)	650 M	50 Km/Jam
3	Jl. Perintis ( Lapangan tennis – Tk Pertiwi)	1350 M	35 Km/Jam
4	Jl. Hasan Gani ( Tk Pertiwi – Gudang Bulog)	1270 M	35 Km/Jam
5	Jl. Geriliya (Gudang Bulog- Rumah/Toko Dian Rahayu )	1100 M	35 Km/Jam

**Tabel 4.3 Data kendaraan I untuk jalur 3 Dian**

No	Costumer/pelanggan	Jarak (Meter)	Kecepatan (Km/Jam)
1	Jl. Abdul Manaf (Depot Air Asmira – Toko Barkat)	700 M	30 Km/Jam
2	Jl. H. Arif (Toko Barkat – Lapangan Tennis)	650 M	50 Km/Jam
3	Jl. Perintis (Lapangan tennis – Tk Pertiwi)	1350 M	35 Km/Jam
4	Jl. Manggis (Tk Pertiwi - Simp Pelajar)	1900 M	40 Km/Jam
5	Jl. Suhada (Simp. Jl Pelajar – Pondok Indragiri)	2450 M	40 Km/Jam
6	Jl. Geriliya (Pondok Indragiri – Rumah/Toko Dian Rahayu)	700 M	35 Km/Jam

**Tabel 4.4 Data kendaraan I untuk jalur 4 Dian**

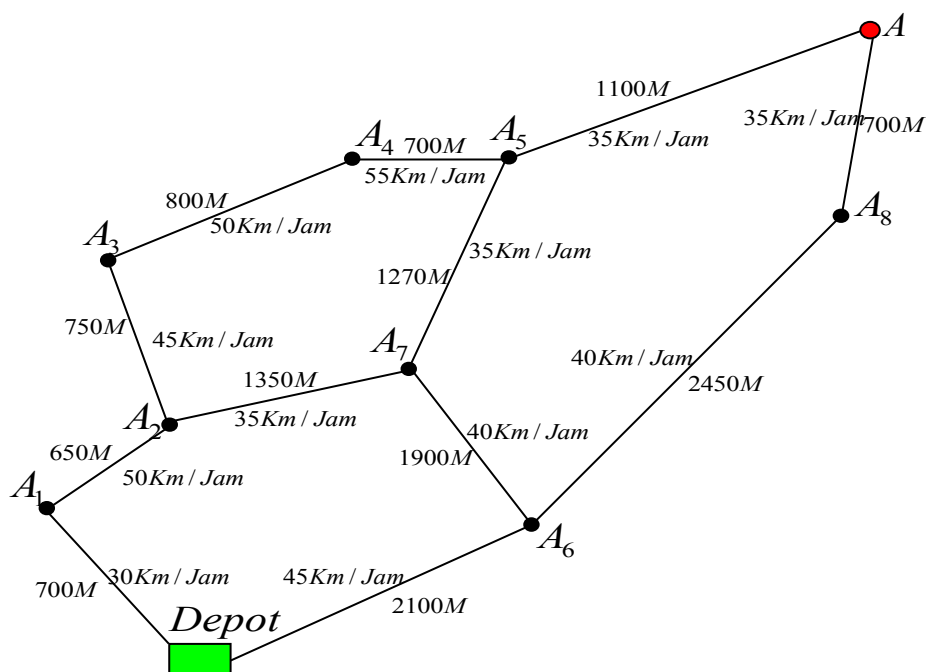
No	Costumer/pelanggan	Jarak (Meter)	Kecepatan (Km/Jam)
1	Jl.Telaga Biru (Depot Air Asmira – Simp. Jl Pelajar)	2100 M	45 Km/Jam
2	Jl. Manggis ( Simp Pelajar – Tk Pertiwi)	1900 M	40 Km/Jam
3	Jl. Hasan Gani ( Tk Pertiwi – Gudang Bulog)	1270 M	35 Km/Jam

4	Jl. Geriliya (Gudang Bulog- Rumah/Toko Dian Rahayu )	1100 M	35 Km/Jam

**Tabel 4.5 Data kendaraan I untuk jalur 5 Dian**

No	Costumer/pelanggan	Jarak (Meter)	Kecepatan (Km/Jam)
1	Jl.Telaga Biru (Depot Air Asmira – Simp. Jl Pelajar)	2100 M	45 Km/Jam
2	Jl. Suhada (Simp. Jl Pelajar – Pondok Indragiri)	2450 M	40 Km/Jam
3	Jl. Geriliya ( Pondok Indragiri – Rumah/Toko Dian Rahayu)	700 M	35 Km/Jam

Untuk Kendaraan I akan melalui jalur Dian 1, 2, 3, 4, dan 5 karena pelanggan / costumer berada pada jalur Dian 1, 2, 3, 4, dan 5. Simpul atau titik-titik kota dilambangkan dengan  $A, A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6, A_7, A_8$ . Dapat dilihat pada gambar 4.1 berikut:



#### Gambar 4.1 Jalur Kendaraan I

Keterangan:

$A$  = Jl Geriliya / Toko Dian Rahayu

$Depot$  = Depot air asmira tembilahan

$A_1$  = Jl. Abdul Manaf

$A_2$  = Jl. H. Arif

$A_3$  = Jl. Kayu Jati

$A_4$  = Jl. Saptamarga

$A_5$  = Jl. Pelita Jaya

$A_6$  = Jl. Telaga Biru

$A_7$  = Jl. Manggis

$A_8$  = Jl. Suhada

Berdasarkan gambar 4.1, dapat dilihat bahwa kromosom pada jalur yang dilalui oleh kendaraan I adalah:

Kromosom 1/Jalur Dian 1:  $Depot - A_1 - A_2 - A_3 - A_4 - A_5 - A$  / Abdul Manaf – H. Arif – Kayu Jati – Saptamarga – Pelita Jaya – Geriliya.

Kromosom 2/Jalur Dian 2:  $Depot - A_1 - A_2 - A_7 - A_5 - A$  / Abdul Manaf – H. Arif – Perintis – Hasan Gani – Geriliya.

Kromosom 3/Jalur Dian 3: *Depot - A<sub>1</sub> - A<sub>2</sub> - A<sub>7</sub> - A<sub>6</sub> - A<sub>8</sub> - A* / Abdul Manaf – H. Arif –Perintis – Manggis – Suhada - Geriliya.

Kromosom 4/Jalur Dian 4: *Depot - A<sub>6</sub> - A<sub>7</sub> - A<sub>5</sub> - A* / Telaga Biru – Manggis – Hasan Gani - Geriliya.

Kromosom 5/Jalur Dian 5 : *Depot - A<sub>6</sub> - A<sub>8</sub> - A* / Telaga Biru – Suhada – Geriliya.

Selanjutnya akan diringkas data untuk kendaraan II, adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.6 Data kendaraan II untuk jalur 1 SMPN**

No	Costumer/pelanggan	Jarak (Meter)	Kecepatan (Km/Jam)
1	Jl. Batang Tuaka (Depot Air Asmira - Planet Futsal)	1450 M	40 Km/Jam
2	Jl. Gunung Daek (Planet Futsal – Mesjid Raudhah)	1510 M	35 Km/Jam
3	Jl. Telaga Biru II (Mesjid Raudhah – Hotel Telaga Puri)	1530 M	40 Km/Jam
4	Jl. Tanjung Harapan (Hotel TeLaga Puri – SMPN 3 Tembilahan)	2270 M	30 Km/Jam

**Tabel 4.7 Data kendaraan II untuk jalur 2 SMPN**

No	Costumer/pelanggan	Jarak (Meter)	Kecepatan (Km/Jam)
1	Jl. Batang Tuaka (Depot Air Asmira - Planet Futsal)	1450 M	40 Km/Jam
2	Jl. Gunung Daek (Planet Futsal – Mesjid Raudhah)	1510 M	35 Km/Jam
3	Jl. Swarna Bumi (Mesjid Raudhah – MTSN Tembilahan)	1370 M	40 Km/Jam

4	Jl. Cahaya (MTSN Tembilahan – Stadion Lapangan Bola)	1250 M	35 Km/Jam
5	Jl. Telaga Biru II (Stadion Lapangan Bola – Simp 4 tanjung Harapan)	930 M	45 Km/Jam
6	Jl. Tanjung Harapan (Simp 4 Tanjung Harapan – SMPN 3 Tembilahan)	1360 M	50 Km/Jam

**Tabel 4.8 Data kendaraan II untuk jalur 3 SMPN**

No	Costumer/pelanggan	Jarak (Meter)	Kecepatan (Km/Jam)
1	Jl. Ahmad Yani (Depot Air Asmira – Simp 4 Lampu Merah)	560 M	30 Km/Jam
2	Jl. Malagas (Simp 4 Lampu Merah – MTSN Tembilahan)	2010 M	40 Km/Jam
3	Jl. Swarna Bumi (Mesjid Raudhah – MTSN Tembilahan)	1370 M	40 Km/Jam
4	Jl. Telaga Biru II (Mesjid Raudhah – Hotel Telaga Puri)	1530 M	40 Km/Jam
5	Jl. Tanjung Harapan (Hotel TeLaga Puri – SMPN 3 Tembilahan)	2270 M	30 Km/Jam

**Tabel 4.9 Data kendaraan II untuk jalur 4 SMPN**

No	Costumer/pelanggan	Jarak (Meter)	Kecepatan (Km/Jam)
1	Jl. Ahmad Yani (Depot Air Asmira – Simp 4 Lampu Merah)	560 M	30 Km/Jam
2	Jl. Malagas (Simp 4 Lampu Merah – MTSN Tembilahan)	2010 M	40 Km/Jam
3	Jl. Cahaya (MTSN Tembilahan – Stadion Lapangan Bola)	1250 M	35 Km/Jam
4	Jl. Telaga Biru II (Stadion Lapangan Bola – Simp 4 tanjung Harapan)	930 M	45 Km/Jam
5	Jl. Tanjung Harapan (Simp 4 Tanjung Harapan – SMPN 3 Tembilahan)	1360 M	50 Km/Jam



**Tabel 4.10 Data kendaraan II untuk jalur 5 SMPN**

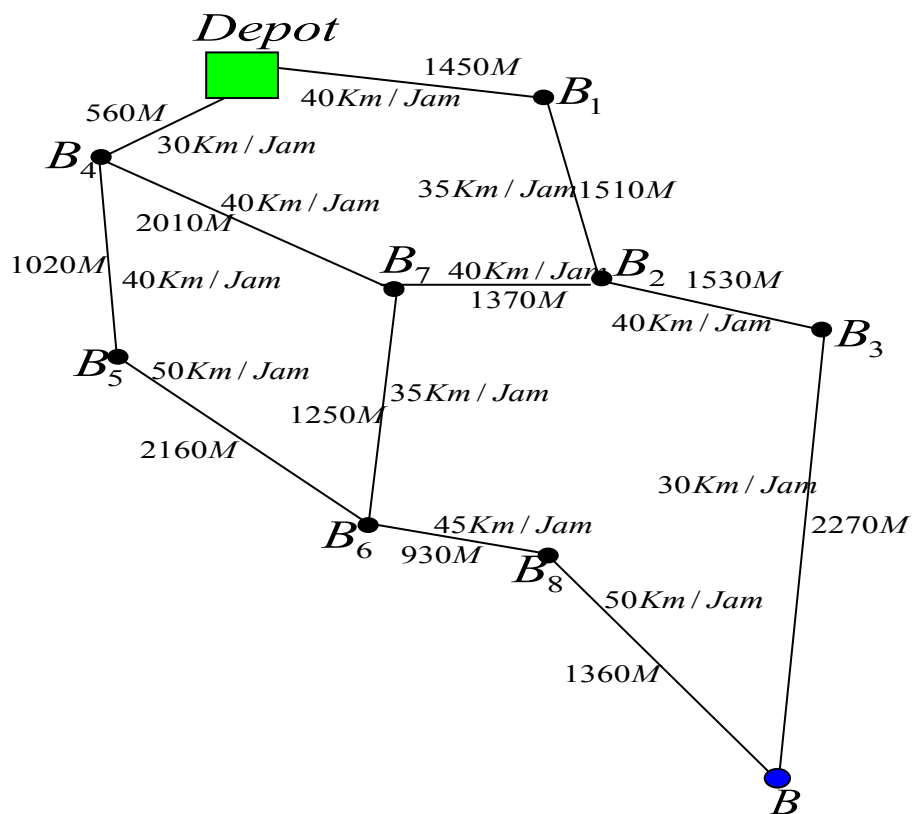
No	Costumer/pelanggan	Jarak (Meter)	Kecepatan (Km/Jam)
1	Jl. Ahmad Yani (Depot Air Asmira – Simp 4 Lampu Merah)	560 M	30 Km/Jam
2	Jl. M. Boya (Simp 4 Lampu Merah – Pasar Pagi)	1020 M	40 Km/Jam
3	Jl. Telaga Biru (Pasar Pagi – Stadion Lapangan Bola)	2160 M	50 Km/Jam
4	Jl. Telaga Biru II (Stadion Lapangan Bola – Simp 4 tanjung Harapan)	930 M	45 Km/Jam
5	Jl. Tanjung Harapan (Simp 4 Tanjung Harapan – SMPN 3 Tembilahan)	1360 M	50 Km/Jam

**Tabel 4.11 Data kendaraan II untuk jalur 6 SMPN**

No	Costumer/pelanggan	Jarak (Meter)	Kecepatan (Km/Jam)
1	Jl. Ahmad Yani (Depot Air Asmira – Simp 4 Lampu Merah)	560 M	30 Km/Jam
2	Jl. M. Boya (Simp 4 Lampu Merah – Pasar Pagi)	1020 M	40 Km/Jam
3	Jl. Telaga Biru (Pasar Pagi – Stadion Lapangan Bola)	2160 M	50 Km/Jam
4	Jl. Cahaya (MTSN Tembilahan – Stadion Lapangan Bola)	1250 M	35 Km/Jam
5	Jl. Swarna Bumi (Mesjid Raudhah – MTSN Tembilahan)	1370 M	40 Km/Jam
6	Jl. Telaga Biru II (Mesjid Raudhah – Hotel Telaga Puri)	1530 M	40 Km/Jam
7	Jl. Tanjung Harapan (Hotel TeLaga Puri –	2270 M	30 Km/Jam

	SMPN 3 Tembilahan)		
--	--------------------	--	--

Kendaraan II akan melalui jalur 1, 2, 3, 4, 5 dan 6 SMPN karena pelanggan yang memesan air galon pada jalur 1, 2, 3, 4, 5 dan 6 SMPN. Simpul atau titik-titik kota dilambangkan dengan  $B, B_1, B_2, B_3, B_4, B_5, B_6, B_7, B_8$ . dapat dilihat pada gambar 4.2 berikut:



**Gambar 4.2 Jalur Kendaraan II**

Keterangan:

$B$  = Jl. Tanjung Harapan / SMP Negeri 03 Tembilahan

*Depot* = Depot air asmira tembilahan

$B_1$  = Jl. Batang Tuaka

$B_2$  = Jl. Gunung Daek

$B_3$  = Jl. Telaga Biru II

$B_4$  = Jl. Ahmad Yani

$B_5$  = Jl. M. Boya

$B_6$  = Jl. Telaga Biru

$B_7$  = Jl. Malagas

$B_8$  = Jl. Telaga Biru II

Berdasarkan gambar 4.2 dapat dilihat bahwa kromosom pada jalur yang dilalui oleh pengendara II adalah:

Kromosom 1/Jalur SMPN I: *Depot* -  $B_1$  -  $B_2$  -  $B_3$  -  $B$  / Batang Tuaka – Gunung Daek – Swarna Bumi – Cahaya – Telaga Biru II – Tanjung Harapan.

Kromosom 2/Jalur SMPN 2: *Depot* -  $B_1$  -  $B_2$  -  $B_7$  -  $B_6$  -  $B_8$  -  $B$  / Ahmad Yani – Malagas – Swarna Bumi – Telaga Biru II – Tanjung Harapan.

Kromosom 3/Jalur SMPN 3: *Depot* -  $B_4$  -  $B_7$  -  $B_2$  -  $B_3$  -  $B$  / Ahmad Yani – Malagas – Cahaya – Telaga Biru II – Tanjung Harapan.

Kromosom 4/Jalur SMPN 4: *Depot* -  $B_4$  -  $B_7$  -  $B_6$  -  $B_8$  -  $B$  / Ahmad Yani – M. Boya – Telaga Biru – Telaga Biru II – Tanjung Harapan.

Kromosom 5/Jalur SMPN 5: *Depot* -  $B_4$  -  $B_5$  -  $B_6$  -  $B_7$  -  $B_2$  -  $B_3$  -  $B$  / Ahmad Yani – M. Boya – Telaga Biru – Cahaya – Swarna Bumi – Telaga Biru II – Tanjung Harapan.

Kromosom 6/Jalur SMPN 6 : *Depot - B<sub>4</sub> - B<sub>5</sub> - B<sub>6</sub> - B<sub>8</sub> - B* / Ahmad Yani – M.

Boya – Telaga Biru I – Telaga Biru II – Tanjung Harapan.

### Penyelesaian

Berdasarkan data yang sudah diperoleh dan di ringkas maka dilakukan pencarian untuk jalur terpendek perjalanan kendaraan dengan cara:

#### Kendaraan I:

A. Generasi = 0

B. Populasi Awal yaitu *A - A<sub>1</sub> - A<sub>2</sub> - A<sub>3</sub> - A<sub>4</sub> - A<sub>5</sub> - A<sub>6</sub> - A<sub>7</sub> - A<sub>8</sub>* didapat Kromosom-kromosomnya adalah:

Kromosom/Jalur I : *Depot - A<sub>1</sub> - A<sub>2</sub> - A<sub>3</sub> - A<sub>4</sub> - A<sub>5</sub> - A*

Kromosom/Jalur 2 : *Depot - A<sub>1</sub> - A<sub>2</sub> - A<sub>7</sub> - A<sub>5</sub> - A*

Kromosom/Jalur 3 : *Depot - A<sub>1</sub> - A<sub>2</sub> - A<sub>7</sub> - A<sub>6</sub> - A<sub>8</sub> - A*

Kromosom/Jalur 4 : *Depot - A<sub>6</sub> - A<sub>7</sub> - A<sub>5</sub> - A*

Kromosom/Jalur 5 : *Depot - A<sub>6</sub> - A<sub>8</sub> - A*

C. Nilai *fitness* dan probabilitas dari setiap Kromosom:

a. Kromosom I (Jalur Dian 1), *Depot - A<sub>1</sub> - A<sub>2</sub> - A<sub>3</sub> - A<sub>4</sub> - A<sub>5</sub> - A* / Abdul Manaf – H. Arif – Kayu Jati – Sapta Marga – Pelita Jaya – Geriliya.

1). Jarak Tempuh tiap Jalur ( $Z_i$ )

$A_1$  = 700 Meter                       $A_4$  = 2900 Meter

$A_2$  = 1350 Meter                       $A_5$  = 3600 Meter

$A_3$  = 2100 Meter                       $A$  = 4700 Meter

2). Total jarak dari seluruh jalur ( $\sum_{i=1}^N Z_i$ )

$= (A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A)$

$= 700 + 1350 + 2100 + 2900 + 3600 + 4700$

$$= 15350 \text{ Meter}$$

3). Nilai fitness tiap jalur ( $f_i$ )

$$f_i = \frac{\sum_{i=1}^N Z_i}{Z_i}$$

$$f_1 = \frac{15350}{700} = 21.93$$

$$f_i = \frac{15350}{2900} = 5.29$$

$$f_2 = \frac{15350}{1350} = 11.37$$

$$f_5 = \frac{15350}{3600} = 4.26$$

$$f_3 = \frac{15350}{2100} = 7.31$$

$$f_6 = \frac{15350}{4700} = 3.26$$

4). Total *fitness* ( $\sum_{i=1}^N f_i$ )

$$= f_1 + f_2 + f_3 + f_4 + f_5 + f_6$$

$$= 21.93 + 11.37 + 7.31 + 5.29 + 4.26 + 3.26$$

$$= 53.42$$

5). Probabilitas tiap jalur ( $p_i$ )

$$p_i = \frac{f_i}{\sum_{i=1}^N f_i}$$

$$p_1 = \frac{21.93}{53.42} = 0.41$$

$$p_4 = \frac{5.29}{53.42} = 0.09$$

$$p_2 = \frac{11.37}{53.42} = 0.21$$

$$p_5 = \frac{4.26}{53.42} = 0.07$$

$$p_3 = \frac{7.31}{53.42} = 0.14$$

$$p_6 = \frac{3.26}{53.42} = 0.06$$

6). Probabilitas kumulatif tiap jalur ( $q_i$ )

$$q_i = \sum_{i=1}^N p_i$$

$$= p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5 + p_6$$

$$= 0.41 + 0.21 + 0.14 + 0.09 + 0.07 + 0.06$$

$$= 0.98$$

b. Kromosom II (Jalur Dian 2), *Depot* -  $A_1$  -  $A_2$  -  $A_7$  -  $A_5$  -  $A$  / Abdul Manaf – H. Arif – Perintis – Hasan Gani – Geriliya.

1). Jarak Tempuh tiap Jalur ( $Z_i$ )

$$A_1 = 700 \text{ Meter}$$

$$A_2 = 1350 \text{ Meter}$$

$$A_7 = 2700 \text{ Meter}$$

$$A_5 = 3970 \text{ Meter}$$

$$A = 5070 \text{ Meter}$$

2). Total jarak dari seluruh jalur ( $\sum_{i=1}^N Z_i$ )

$$= (A_1 + A_2 + A_7 + A_5 + A)$$

$$= 700 + 1350 + 2700 + 3970 + 5070$$

$$= 13790 \text{ Meter}$$

3). Nilai fitness tiap jalur ( $f_i$ )

$$f_i = \frac{\sum_{i=1}^N Z_i}{Z_i}$$

$$f_1 = \frac{13790}{700} = 19.7$$

$$f_2 = \frac{13790}{1350} = 10.21$$

$$f_3 = \frac{13790}{2700} = 5.11$$

$$f_4 = \frac{13790}{3970} = 3.47$$

$$f_5 = \frac{13790}{5070} = 2.72$$

4). Total *fitness* ( $\sum_{i=1}^N f_i$ )

$$= f_1 + f_2 + f_3 + f_4 + f_5$$

$$= 19.7 + 10.21 + 5.11 + 3.47 + 2.72$$

$$= 41.21$$

5). Probabilitas tiap jalur ( $p_i$ )

$$p_i = \frac{f_i}{\sum_{i=1}^N f_i}$$

$$p_1 = \frac{19.7}{41.21} = 0.48$$

$$p_4 = \frac{3.47}{41.21} = 0.08$$

$$p_2 = \frac{10.21}{41.21} = 0.24$$

$$p_5 = \frac{2.72}{41.21} = 0.07$$

$$p_3 = \frac{5.11}{41.21} = 0.12$$

6). Probabilitas kumulatif tiap jalur ( $q_i$ )

$$= p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5$$

$$= 0.48 + 0.24 + 0.12 + 0.08 + 0.07 = 0.99$$

c. Kromosom III (Jalur Dian 3), *Depot - A<sub>1</sub> - A<sub>2</sub> - A<sub>7</sub> - A<sub>6</sub> - A<sub>8</sub> - A* / Abdul Manaf – H. Arif – Perintis – Manggis – Suhada - Geriliya.

1). Jarak Tempuh tiap Jalur ( $Z_i$ )

$$A_1 = 700 \text{ Meter}$$

$$A_6 = 4600 \text{ Meter}$$

$$A_2 = 1350 \text{ Meter}$$

$$A_8 = 7050 \text{ Meter}$$

$$A_7 = 2700 \text{ Meter}$$

$$A = 7750 \text{ Meter}$$

2). Total jarak dari seluruh jalur ( $\sum_{i=1}^N Z_i$ )

$$= (A_1 + A_2 + A_7 + A_6 + A_8 + A)$$

$$= 700 + 1350 + 2700 + 4600 + 7050 + 7750$$

$$= 24150 \text{ Meter}$$

3). Nilai fitness tiap jalur ( $f_i$ )

$$f_i = \frac{\sum_{i=1}^N Z_i}{Z_i}$$

$$f_1 = \frac{24150}{700} = 34.5$$

$$f_4 = \frac{24150}{4600} = 5.25$$

$$f_2 = \frac{24150}{1350} = 17.89$$

$$f_5 = \frac{24150}{7050} = 3.42$$

$$f_3 = \frac{24150}{2700} = 8.94$$

$$f_6 = \frac{24150}{7750} = 3.12$$

$$4). \text{ Total fitness } \left( \sum_{i=1}^N f_i \right)$$

$$= f_1 + f_2 + f_3 + f_4 + f_5 + f_6$$

$$= 34.5 + 17.89 + 8.94 + 5.25 + 3.42 + 3.12$$

$$= 73.12$$

$$5). \text{ Probabilitas tiap jalur } (p_i)$$

$$p_i = \frac{f_i}{\sum_{i=1}^N f_i}$$

$$p_1 = \frac{34.5}{73.12} = 0.47$$

$$p_4 = \frac{5.25}{73.12} = 0.07$$

$$p_2 = \frac{17.89}{73.12} = 0.24$$

$$p_5 = \frac{3.12}{73.12} = 0.046$$

$$p_3 = \frac{8.94}{73.12} = 0.12$$

$$p_6 = \frac{3.12}{73.12} = 0.043$$

$$6). \text{ Probabilitas kumulatif tiap jalur } (q_i)$$

$$= p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5 + p_6$$

$$= 0.47 + 0.24 + 0.12 + 0.07 + 0.46 + 0.043$$

$$= 0.989$$

d. Kromosom IV (Jalur Dian 4), *Depot* -  $A_6$  -  $A_7$  -  $A_5$  -  $A$  / Telaga Biru – Manggis – Hasan Gani - Geriliya.

$$1). \text{ Jarak Tempuh tiap Jalur } (Z_i)$$

$$A_6 = 2100 \text{ Meter}$$

$$A = 6370 \text{ Meter}$$

$$A_7 = 4000 \text{ Meter}$$

$$A_5 = 5270 \text{ Meter}$$



2). Total jarak dari seluruh jalur ( $\sum_{i=1}^N Z_i$ )

$$\begin{aligned} &= (A_6 + A_7 + A_5 + A) \\ &= 2100 + 4000 + 5270 + 6370 \\ &= 17740 \text{ Meter} \end{aligned}$$

3). Nilai fitness tiap jalur ( $f_i$ )

$$f_i = \frac{\sum_{i=1}^N Z_i}{Z_i}$$
$$\begin{aligned} f_1 &= \frac{17740}{2100} = 8.45 & f_3 &= \frac{17740}{5270} = 3.37 \\ f_2 &= \frac{17740}{4000} = 4.43 & f_4 &= \frac{17740}{6370} = 2.78 \end{aligned}$$

4). Total *fitness* ( $\sum_{i=1}^N f_i$ )

$$\begin{aligned} &= f_1 + f_2 + f_3 + f_4 \\ &= 8.45 + 4.43 + 3.37 + 2.78 \\ &= 19.05 \end{aligned}$$

5). Probabilitas tiap jalur ( $p_i$ )

$$p_i = \frac{f_i}{\sum_{i=1}^N f_i}$$
$$\begin{aligned} p_1 &= \frac{8.45}{19.05} = 0.44 & p_3 &= \frac{3.37}{19.05} = 0.18 \\ p_2 &= \frac{4.43}{19.05} = 0.23 & p_4 &= \frac{2.78}{19.05} = 0.15 \end{aligned}$$

6). Probabilitas kumulatif tiap jalur ( $q_i$ )

$$\begin{aligned} &= p_1 + p_2 + p_3 + p_4 \\ &= 0.44 + 0.23 + 0.18 + 0.15 \\ &= 1 \end{aligned}$$

- e. Kromosom V (Jalur Dian 5), *Depot* -  $A_6$  -  $A_8$  -  $A$  / Telaga Biru – Suhada – Geriliya

- 1). Jarak Tempuh tiap Jalur ( $Z_i$ )

$$A_6 = 2100 \text{ Meter}$$

$$A_8 = 4550 \text{ Meter}$$

$$A = 5250 \text{ Meter}$$

- 2). Total jarak dari seluruh jalur ( $\sum_{i=1}^N Z_i$ )

$$= (A_6 + A_8 + A)$$

$$= 2100 + 4550 + 5250$$

$$= 11900 \text{ Meter}$$

- 3). Nilai fitness tiap jalur ( $f_i$ )

$$f_i = \frac{\sum_{i=1}^N Z_i}{Z_i}$$

$$f_1 = \frac{11900}{2100} = 5.67$$

$$f_3 = \frac{11900}{5250} = 2.27$$

$$f_2 = \frac{11900}{4550} = 2.62$$

- 4). Total *fitness* ( $\sum_{i=1}^N f_i$ )

$$= f_1 + f_2 + f_3$$

$$= 5.67 + 2.62 + 2.27$$

$$= 10.56$$

- 5). Probabilitas tiap jalur ( $p_i$ )

$$p_i = \frac{f_i}{\sum_{i=1}^N f_i}$$

$$p_1 = \frac{5.67}{10.56} = 0.54 \qquad p_3 = \frac{2.27}{10.56} = 0.21$$

$$p_2 = \frac{2.62}{10.56} = 0.25$$

6). Probabilitas kumulatif tiap jalur ( $q_i$ )

$$\begin{aligned} &= p_1 + p_2 + p_3 \\ &= 0.54 + 0.25 + 0.21 \\ &= 1 \end{aligned}$$

E. Membandingkan Probabilitas Komulatif Tiap Kromosom

Kromosom I : 0,98

Kromosom II : 0,99

Kromosom III : 0,989

Kromosom IV : 1

Kromosom V : 1

F. Hasil terbaik adalah kromosom 1 karena memiliki nilai probabilitas terkecil yaitu 0,98 maka proses dihentikan.

Lintasan VRP tersebut dapat dijelaskan bahwa dalam pencarian jarak terpendek dengan kriteria:

Kromosom I : *Depot - A<sub>1</sub> - A<sub>2</sub> - A<sub>3</sub> - A<sub>4</sub> - A<sub>5</sub> - A*

$$700 + 650 + 750 + 800 + 700 + 1100 = 4700 \text{ Meter}$$

Kromosom II : *Depot - A<sub>1</sub> - A<sub>2</sub> - A<sub>7</sub> - A<sub>5</sub> - A*

$$700 + 650 + 1350 + 1270 + 1100 = 5070 \text{ Meter}$$

Kromosom III : *Depot - A<sub>1</sub> - A<sub>2</sub> - A<sub>7</sub> - A<sub>6</sub> - A<sub>8</sub> - A*

$$700 + 650 + 1350 + 1900 + 2450 + 700 = 7750 \text{ Meter}$$

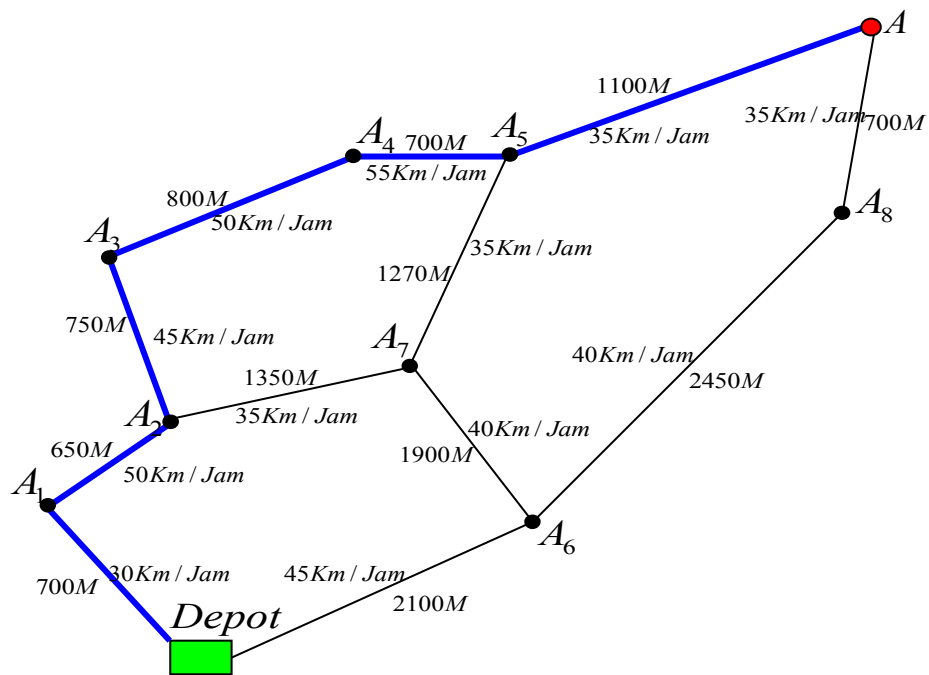
Kromosom IV : *Depot - A<sub>6</sub> - A<sub>7</sub> - A<sub>5</sub> - A*

$$2100 + 1900 + 1270 + 1100 = 6370 \text{ Meter}$$

Kromosom V : *Depot - A<sub>6</sub> - A<sub>8</sub> - A*

$$2100 + 2450 + 700 = 5260 \text{ Meter}$$

Untuk kendaraan I dapat disimpulkan bahwa fungsi *fitness* dan Probabilitas yang terbaik terdapat pada Kromosom I/Jalur 1 Dian, karena mempunyai nilai probabilitas terkecil yaitu 0, 98 dan memiliki jarak paling pendek yaitu 4700 Meter dibandingkan kromosom II, III, IV, dan V.



**Gambar 4.4 Jalur terpendek untuk kendaraan I**

## Kendaraan II

A. Generasi = 0

B. Populasi awal yaitu  $B - B_1 - B_2 - B_3 - B_4 - B_5 - B_6 - B_7 - B_8$  di dapat kromosom-kromosomnya adalah:

Kromosom/Jalur 1 :  $Depot - B_1 - B_2 - B_3 - B$

Kromosom/Jalur 2 :  $Depot - B_1 - B_2 - B_7 - B_6 - B_8 - B$

Kromosom/Jalur 3 :  $Depot - B_4 - B_7 - B_2 - B_3 - B$

Kromosom/Jalur 4 :  $Depot - B_4 - B_7 - B_6 - B_8 - B$

Kromosom/Jalur 5 :  $Depot - B_4 - B_5 - B_6 - B_7 - B_2 - B_3 - B$

Kromosom/Jalur 6 :  $Depot - B_4 - B_5 - B_6 - B_8 - B$

C. Nilai *fitness* dan probabilitas dari setiap Kromosom:

a. Kromosom I (Jalur SMPN 1),  $Depot - B_1 - B_2 - B_3 - B$  / Batang Tuaka – Gunung Daek – Swarna Bumi – Cahaya – Telaga Biru II – Tanjung Harapan.

1). Jarak Tempuh tiap Jalur ( $Z_i$ )

$$B_1 = 1450 \text{ Meter} \quad B_3 = 4490 \text{ Meter}$$

$$B_2 = 2960 \text{ Meter} \quad B = 6760 \text{ Meter}$$

2). Total jarak dari seluruh jalur ( $\sum_{i=1}^N Z_i$ )

$$= (B_1 + B_2 + B_3 + B)$$

$$= 1450 + 2960 + 4490 + 6760$$

$$= 15660 \text{ Meter}$$

3). Nilai fitness tiap jalur ( $f_i$ )

$$f_i = \frac{\sum_{i=1}^N Z_i}{Z_i}$$

$$f_1 = \frac{15660}{1450} = 10.8$$

$$f_3 = \frac{15660}{4490} = 3.49$$

$$f_2 = \frac{15660}{2960} = 5.29$$

$$f_4 = \frac{15660}{6760} = 2.32$$

$$4). \text{ Total fitness } (\sum_{i=1}^N f_i)$$

$$= f_1 + f_2 + f_3 + f_4$$

$$= 10.8 + 5.29 + 3.49 + 2.32$$

$$= 21.9$$

$$5). \text{ Probabilitas tiap Jalur } (p_i)$$

$$p_i = \frac{f_i}{\sum_{i=1}^N f_i}$$

$$p_1 = \frac{10.8}{21.9} = 0.49$$

$$p_3 = \frac{3.49}{21.9} = 0.16$$

$$p_2 = \frac{5.29}{21.9} = 0.24$$

$$p_4 = \frac{2.32}{21.9} = 0.11$$

$$6). \text{ Probabilitas kumulatif tiap jalur } (q_i)$$

$$q_i = \sum_{i=1}^N p_i$$

$$= p_1 + p_2 + p_3 + p_4$$

$$= 0.49 + 0.24 + 0.16 + 0.11$$

$$= 1$$

b. Kromosom II (Jalur SMPN 2), Depot - B<sub>1</sub> - B<sub>2</sub> - B<sub>7</sub> - B<sub>6</sub> - B<sub>8</sub> - B / Ahmad Yani – Malagas – Swarna Bumi – Telaga Biru II – Tanjung Harapan.

$$1). \text{ Jarak Tempuh tiap Jalur } (Z_i)$$

$$B_1 = 1450 \text{ Meter}$$

$$B_6 = 5580 \text{ Meter}$$

$$B_2 = 2960 \text{ Meter} \quad B_8 = 6510 \text{ Meter}$$

$$B_7 = 4330 \text{ Meter} \quad B = 7870 \text{ Meter}$$

$$2). \text{ Total jarak dari seluruh jalur } \left( \sum_{i=1}^N Z_i \right)$$

$$= (B_1 + B_2 + B_7 + B_6 + B_8 + B)$$

$$= 1450 + 2960 + 4330 + 5580 + 6510 + 7870$$

$$= 28700 \text{ Meter}$$

$$3). \text{ Nilai fitness tiap jalur } (f_i)$$

$$f_i = \frac{\sum_{i=1}^N Z_i}{Z_i}$$

$$f_1 = \frac{28700}{1450} = 19.79$$

$$f_4 = \frac{28700}{5580} = 5.14$$

$$f_2 = \frac{28700}{2960} = 9.69$$

$$f_5 = \frac{28700}{6510} = 4.41$$

$$f_3 = \frac{28700}{4330} = 6.63$$

$$f_6 = \frac{28700}{7870} = 3.65$$

$$4). \text{ Total fitness } \left( \sum_{i=1}^N f_i \right)$$

$$= f_1 + f_2 + f_3 + f_4 + f_5 + f_6$$

$$= 19.79 + 9.69 + 6.63 + 5.14 + 4.41 + 3.65$$

$$= 49.31$$

$$5). \text{ Probabilitas tiap jalur } (p_i)$$

$$p_i = \frac{f_i}{\sum_{i=1}^N f_i}$$

$$p_1 = \frac{19.79}{49.31} = 0.40$$

$$p_4 = \frac{5.14}{49.31} = 0.10$$

$$p_2 = \frac{9.69}{49.31} = 0.19$$

$$p_5 = \frac{4.41}{49.31} = 0.09$$

$$p_3 = \frac{6.63}{49.31} = 0.13 \qquad p_6 = \frac{3.69}{49.31} = 0.07$$

6). Probabilitas kumulatif tiap jalur ( $q_i$ )

$$\begin{aligned} q_i &= \sum_{i=1}^N p_i \\ &= p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5 + p_6 \\ &= 0.40 + 0.19 + 0.13 + 0.10 + 0.09 + 0.07 \\ &= 0.98 \end{aligned}$$

c. Kromosom III (Jalur SMPN 3), *Depot - B<sub>4</sub> - B<sub>7</sub> - B<sub>2</sub> - B<sub>3</sub> - B* / Ahmad Yani – Malagas – Cahaya – Telaga Biru II – Tanjung Harapan.

1). Jarak Tempuh tiap Jalur ( $Z_i$ )

$$\begin{aligned} B_4 &= 650 \text{ Meter} & B_3 &= 5470 \text{ Meter} \\ B_7 &= 2570 \text{ Meter} & B &= 7740 \text{ Meter} \\ B_2 &= 3940 \text{ Meter} \end{aligned}$$

2). Total jarak dari seluruh jalur ( $\sum_{i=1}^N Z_i$ )

$$\begin{aligned} &= (B_4 + B_7 + B_2 + B_3 + B) \\ &= 650 + 2570 + 3940 + 5470 + 7740 \\ &= 20370 \text{ Meter} \end{aligned}$$

3). Nilai fitness tiap jalur ( $f_i$ )

$$f_i = \frac{\sum_{i=1}^N Z_i}{Z_i}$$

$$\begin{aligned} f_1 &= \frac{20370}{650} = 31.34 & f_4 &= \frac{20370}{5470} = 3.72 \\ f_2 &= \frac{20370}{2570} = 7.92 & f_5 &= \frac{20370}{7740} = 2.63 \\ f_3 &= \frac{20370}{3940} = 5.17 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
4). \text{ Total } fitness & \left( \sum_{i=1}^N f_i \right) \\
&= f_1 + f_2 + f_3 + f_4 + f_5 \\
&= 31.34 + 7.92 + 5.17 + 3.72 + 2.63 \\
&= 50.78
\end{aligned}$$

5). Probabilitas tiap jalur ( $p_i$ )

$$\begin{aligned}
p_i &= \frac{f_i}{\sum_{i=1}^N f_i} \\
p_1 &= \frac{31.34}{50.78} = 0.61 & p_4 &= \frac{3.72}{50.78} = 0.07 \\
p_2 &= \frac{7.92}{50.78} = 0.15 & p_5 &= \frac{2.63}{50.78} = 0.05 \\
p_3 &= \frac{5.17}{50.78} = 0.1
\end{aligned}$$

6). Probabilitas kumulatif tiap jalur ( $q_i$ )

$$\begin{aligned}
q_i &= \sum_{i=1}^N p_i \\
&= p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5 \\
&= 0.61 + 0.15 + 0.10 + 0.07 + 0.05 \\
&= 0.98
\end{aligned}$$

d. Kromosom IV (Jalur SMPN 4), *Depot - B<sub>4</sub> - B<sub>7</sub> - B<sub>6</sub> - B<sub>8</sub> - B* / Ahmad Yani – M. Boya – Telaga Biru – Telaga Biru II – Tanjung Harapan.

1). Jarak Tempuh tiap Jalur ( $Z_i$ )

$$\begin{aligned}
B_4 &= 650 \text{ Meter} & B_8 &= 4760 \text{ Meter} \\
B_7 &= 2570 \text{ Meter} & B &= 6120 \text{ Meter} \\
B_6 &= 3830 \text{ Meter}
\end{aligned}$$

2). Total jarak dari seluruh jalur ( $\sum_{i=1}^N Z_i$ )

$$\begin{aligned}
&= (B_4 + B_7 + B_6 + B_8 + B) \\
&= 650 + 2570 + 3830 + 4760 + 6120 \\
&= 17930 \text{ Meter}
\end{aligned}$$

3). Nilai fitness tiap jalur ( $f_i$ )

$$f_i = \frac{\sum_{i=1}^N Z_i}{Z_i}$$

$$f_1 = \frac{17930}{650} = 27.58$$

$$f_4 = \frac{17930}{4670} = 3.77$$

$$f_2 = \frac{17930}{2570} = 6.98$$

$$f_5 = \frac{17930}{6120} = 2.93$$

$$f_3 = \frac{17930}{3830} = 4.68$$

4). Total *fitness* ( $\sum_{i=1}^N f_i$ )

$$\begin{aligned}
&= f_1 + f_2 + f_3 + f_4 + f_5 \\
&= 27.58 + 6.98 + 4.68 + 3.77 + 2.93 \\
&= 45.94
\end{aligned}$$

5). Probabilitas tiap jalur ( $p_i$ )

$$p_i = \frac{f_i}{\sum_{i=1}^N f_i}$$

$$p_1 = \frac{27.58}{45.94} = 0.60$$

$$p_4 = \frac{3.77}{45.94} = 0.08$$

$$p_2 = \frac{6.98}{45.94} = 0.15$$

$$p_5 = \frac{2.93}{45.94} = 0.06$$

$$p_3 = \frac{4.68}{45.94} = 0.10$$

6). Probabilitas kumulatif tiap jalur ( $q_i$ )

$$q_i = \sum_{i=1}^N p_i$$

$$\begin{aligned}
&= p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5 \\
&= 0.60 + 0.15 + 0.10 + 0.08 + 0.06 \\
&= 0.99
\end{aligned}$$

- e. Kromosom V (Jalur SMPN 5), *Depot - B<sub>4</sub> - B<sub>5</sub> - B<sub>6</sub> - B<sub>7</sub> - B<sub>2</sub> - B<sub>3</sub> - B* / Ahmad Yani – M. Boya – Telaga Biru – Cahaya – Swarna Bumi – Telaga Biru II – Tanjung Harapan.

- 1). Jarak Tempuh tiap Jalur ( $Z_i$ )

$$\begin{aligned}
B_4 &= 560 \text{ Meter} & B_2 &= 6360 \text{ Meter} \\
B_5 &= 1580 \text{ Meter} & B_3 &= 7890 \text{ Meter} \\
B_6 &= 3740 \text{ Meter} & B &= 10160 \text{ Meter} \\
B_7 &= 4990 \text{ Meter}
\end{aligned}$$

- 2). Total jarak dari seluruh jalur ( $\sum_{i=1}^N Z_i$ )

$$\begin{aligned}
&= (B_4 + B_5 + B_6 + B_7 + B_2 + B_3 + B) \\
&= 560 + 1580 + 3740 + 4990 + 6360 + 7890 + 10160 \\
&= 35280 \text{ Meter}
\end{aligned}$$

- 3). Nilai fitness tiap jalur ( $f_i$ )

$$f_i = \frac{\sum_{i=1}^N Z_i}{Z_i}$$

$$\begin{aligned}
f_1 &= \frac{35280}{560} = 63 & f_5 &= \frac{35280}{6360} = 5.55 \\
f_2 &= \frac{35280}{1580} = 22.33 & f_6 &= \frac{35280}{7890} = 4.47 \\
f_3 &= \frac{35280}{3740} = 9.43 & f_7 &= \frac{35280}{10160} = 3.47 \\
f_4 &= \frac{35280}{4990} = 7.07
\end{aligned}$$

4). Total *fitness* ( $\sum_{i=1}^N f_i$ )

$$\begin{aligned}
 &= f_1 + f_2 + f_3 + f_4 + f_5 + f_6 + f_7 \\
 &= 63 + 22.33 + 9.43 + 7.07 + 5.55 + 4.47 + 3.47 \\
 &= 115.32
 \end{aligned}$$

5). Probabilitas tiap jalur ( $p_i$ )

$$p_i = \frac{f_i}{\sum_{i=1}^N f_i}$$

$$p_1 = \frac{63}{115.32} = 0.55$$

$$p_5 = \frac{5.55}{115.32} = 0.04$$

$$p_2 = \frac{22.33}{115.32} = 0.19$$

$$p_6 = \frac{4.47}{115.32} = 0.038$$

$$p_3 = \frac{9.43}{115.32} = 0.08$$

$$p_7 = \frac{3.47}{115.32} = 0.03$$

$$p_4 = \frac{7.07}{115.32} = 0.06$$

6). Probabilitas kumulatif tiap jalur ( $q_i$ )

$$q_i = \sum_{i=1}^N p_i$$

$$= p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5 + p_6 + p_7$$

$$= 0.55 + 0.19 + 0.08 + 0.06 + 0.04 + 0.038 + 0.03$$

$$= 0.988$$

f. Kromosom VI (Jalur SMPN 6), *Depot - B<sub>4</sub> - B<sub>5</sub> - B<sub>6</sub> - B<sub>8</sub> - B* / Ahmad Yani – M. Boya – Telaga Biru I – Telaga Biru II – Tanjung Harapan.

1). Jarak Tempuh tiap Jalur ( $Z_i$ )

$$B_4 = 560 \text{ Meter}$$

$$B_8 = 4670 \text{ Meter}$$

$$B_5 = 1580 \text{ Meter}$$

$$B = 6030 \text{ Meter}$$

$$B_6 = 3740 \text{ Meter}$$

2). Total jarak dari seluruh jalur ( $\sum_{i=1}^N Z_i$ )

$$\begin{aligned} &= (B_4 + B_5 + B_6 + B_8 + B) \\ &= 560 + 1580 + 3740 + 4670 + 6030 \\ &= 16580 \text{ Meter} \end{aligned}$$

3). Nilai fitness tiap jalur ( $f_i$ )

$$f_i = \frac{\sum_{i=1}^N Z_i}{Z_i}$$

$$f_1 = \frac{16580}{560} = 29.6$$

$$f_4 = \frac{16580}{4670} = 3.55$$

$$f_2 = \frac{16580}{1580} = 10.49$$

$$f_5 = \frac{16580}{6030} = 2.74$$

$$f_3 = \frac{16580}{3740} = 4.43$$

4). Total *fitness* ( $\sum_{i=1}^N f_i$ )

$$\begin{aligned} &= f_1 + f_2 + f_3 + f_4 + f_5 \\ &= 29.6 + 10.49 + 4.43 + 3.55 + 2.74 \\ &= 50.83 \end{aligned}$$

5). Probabilitas tiap jalur ( $p_i$ )

$$p_i = \frac{f_i}{\sum_{i=1}^N f_i}$$

$$p_1 = \frac{29.60}{50.83} = 0.58$$

$$p_4 = \frac{3.55}{50.83} = 0.06$$

$$p_2 = \frac{10.49}{50.83} = 0.20$$

$$p_5 = \frac{2.74}{50.83} = 0.05$$

$$p_3 = \frac{4.43}{50.83} = 0.08$$

6). Probabilitas kumulatif tiap jalur ( $q_i$ )

$$\begin{aligned}
q_i &= \sum_{i=1}^N p_i \\
&= p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5 \\
&= 0.58 + 0.20 + 0.08 + 0.06 + 0.05 \\
&= 0.97
\end{aligned}$$

E. Membandingkan Probabilitas Komulatif Tiap Kromosom

Kromosom I : 1

Kromosom II : 0,98

Kromosom III : 0,98

Kromosom IV : 0,99

Kromosom V : 0,988

Kromosom VI : 0,97

F. Hasil terbaik adalah kromosom VI karena memiliki nilai probabilitas terkecil yaitu 0,97 maka proses dihentikan.

Lintasan VRP tersebut dapat dijelaskan bahwa dalam pencarian jarak terpendek dengan kriteria:

Kromosom I : *Depot - B<sub>1</sub> - B<sub>2</sub> - B<sub>3</sub> - B*

$$1450 + 1510 + 1530 + 2270 = 6760 \text{ Meter}$$

Kromosom II : *Depot - B<sub>1</sub> - B<sub>2</sub> - B<sub>7</sub> - B<sub>6</sub> - B<sub>8</sub> - B*

$$1450 + 1510 + 1370 + 1250 + 930 + 1360 = 7870 \text{ Meter}$$

Kromosom III : *Depot - B<sub>4</sub> - B<sub>7</sub> - B<sub>2</sub> - B<sub>3</sub> - B*

$$560 + 2010 + 1370 + 1530 + 2270 = 7740 \text{ Meter}$$

Kromosom IV : *Depot - B<sub>4</sub> - B<sub>7</sub> - B<sub>6</sub> - B<sub>8</sub> - B*

$$560 + 2010 + 1250 + 930 + 1360 = 6110 \text{ Meter}$$

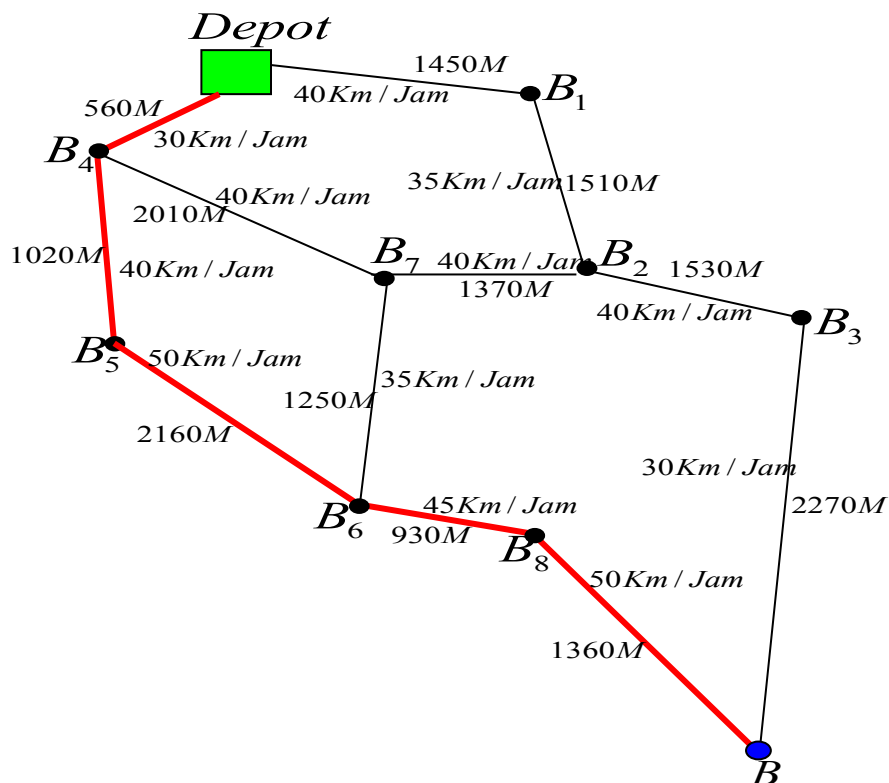
Kromosom V : *Depot - B<sub>4</sub> - B<sub>5</sub> - B<sub>6</sub> - B<sub>7</sub> - B<sub>2</sub> - B<sub>3</sub> - B*

$$560 + 1020 + 2160 + 1250 + 1370 + 1530 + 2270 = 10160 \text{ Meter}$$

Kromosom VI: *Depot* -  $B_4$  -  $B_5$  -  $B_6$  -  $B_8$  -  $B$

$$560 + 1020 + 2160 + 930 + 1360 = 6030 \text{ Meter}$$

Untuk kendaraan II dapat disimpulkan bahwa fungsi *fitness* yang terbaik terdapat pada Kromosom VI/Jalur 6 SMPN, karena mempunyai Probabilitas kumulatif terkecil yaitu 0.97 dan mempunyai jarak paling pendek yaitu 6030 Meter dibandingkan kromosom I, II, III, IV dan V.



Gambar 4.5 Jalur terpendek untuk kendaraan II

Untuk pencarian waktu terkecil dalam kasus VRP ini ditentukan berdasarkan  $\frac{\text{jarak}}{\text{kecepatan}}$  ketiga kendaraan dalam melewati jalur-jalur yang sudah ditentukan, dapat dicari dengan kriteria:

a. Kendaraan I

Kromosom I (Jalur Dian 1): *Depot - A<sub>1</sub> - A<sub>2</sub> - A<sub>3</sub> - A<sub>4</sub> - A<sub>5</sub> - A / Abdul Manaf – H. Arif – Kayu Jati – Sapta Marga – Pelita Jaya – Geriliya.*

$$\text{dimana: } A_1 = \frac{700}{30} = 23,33$$

$$A_2 = \frac{650}{50} = 13$$

$$A_3 = \frac{750}{45} = 16,67$$

$$A_4 = \frac{800}{50} = 16$$

$$A_5 = \frac{700}{55} = 12,73$$

$$A = \frac{1100}{35} = 31,43$$

$$= 23,33 + 13 + 16,67 + 16 + 12,73 + 31,43$$

$$= 113,16 \text{Menit}$$

Kromosom II (Jalur Dian 2): *Depot - A<sub>1</sub> - A<sub>2</sub> - A<sub>7</sub> - A<sub>5</sub> - A / Abdul Manaf – H. Arif – Perintis – Hasan Gani – Geriliya.*

$$\text{dimana: } A_1 = \frac{700}{30} = 23,33$$

$$A_2 = \frac{650}{50} = 13$$

$$A_7 = \frac{1350}{35} = 38,57$$



$$A_5 = \frac{1270}{35} = 36,28$$

$$A = \frac{1100}{35} = 31,43$$

$$= 23,33 + 13 + 38,57 + 36,28 + 31,43$$

$$= 142,61 \text{Menit}$$

Kromosom III (Jalur Dian 3): *Depot - A<sub>1</sub> - A<sub>2</sub> - A<sub>7</sub> - A<sub>6</sub> - A<sub>8</sub> - A / Abdul Manaf – H. Arif – Perintis – Manggis – Suhada - Geriliya.*

dimana:  $A_1 = \frac{700}{30} = 23,33$

$$A_2 = \frac{650}{50} = 13$$

$$A_7 = \frac{1350}{35} = 38,57$$

$$A_6 = \frac{1900}{40} = 47,5$$

$$A_8 = \frac{2450}{40} = 61,25$$

$$A = \frac{700}{35} = 20$$

$$= 23,33 + 13 + 38,57 + 47,5 + 61,25 + 20$$

$$= 203,65 \text{Menit}$$

Kromosom IV (Jalur Dian 4): *Depot - A<sub>6</sub> - A<sub>7</sub> - A<sub>5</sub> - A / Telaga Biru – Manggis – Hasan Gani - Geriliya.*

dimana:  $A_6 = \frac{2100}{45} = 46,67$

$$A_7 = \frac{1900}{40} = 47,5$$

$$A_5 = \frac{1270}{35} = 36,28$$

$$\begin{aligned}
 A &= \frac{1100}{35} = 31,43 \\
 &= 46,67 + 47,5 + 36,28 + 31,43 \\
 &= 161,88 \text{Menit}
 \end{aligned}$$

Kromosom V (Jalur Dian 5) : *Depot - A<sub>6</sub> - A<sub>8</sub> - A / Telaga Biru – Suhada – Geriliya.*

$$\text{dimana: } A_6 = \frac{2100}{45} = 46,67$$

$$A_7 = \frac{2450}{40} = 61,25$$

$$\begin{aligned}
 A &= \frac{700}{35} = 20 \\
 &= 46,67 + 61,25 + 20 \\
 &= 127,92 \text{Menit}
 \end{aligned}$$

Kendaraan I kromosom dengan waktu tercepat adalah Kromosom I yaitu 113,16 Menit.

b. Kendaraan II

Kromosom I (Jalur SMPN I) : *Depot - B<sub>1</sub> - B<sub>2</sub> - B<sub>3</sub> - B / Batang Tuaka – Gunung Daek – Swarna Bumi – Cahaya – Telaga Biru II – Tanjung Harapan.*

$$\text{dimana: } B_1 = \frac{1450}{40} = 36,25$$

$$B_2 = \frac{1510}{35} = 43,14$$

$$B_3 = \frac{1530}{40} = 38,25$$

$$\begin{aligned}
 B &= \frac{2270}{30} = 75,67 \\
 &= 36,25 + 43,14 + 38,25 + 75,67 \\
 &= 193,31 \text{Menit}
 \end{aligned}$$

Kromosom II (Jalur SMPN 2) : *Depot - B<sub>1</sub> - B<sub>2</sub> - B<sub>7</sub> - B<sub>6</sub> - B<sub>8</sub> - B* / Ahmad Yani – Malagas – Swarna Bumi – Telaga Biru II – Tanjung Harapan.

$$\text{dimana: } B_1 = \frac{1450}{40} = 36,25$$

$$B_2 = \frac{1510}{35} = 43,14$$

$$B_7 = \frac{1370}{40} = 34,25$$

$$B_6 = \frac{1250}{35} = 35,71$$

$$B_8 = \frac{930}{45} = 20,67$$

$$B = \frac{1360}{50} = 27,2$$

$$= 36,25 + 43,14 + 34,25 + 35,71 + 20,67 + 27,2$$

$$= 197,22 \text{ Menit}$$

Kromosom III (Jalur SMPN 3) : *Depot - B<sub>4</sub> - B<sub>7</sub> - B<sub>2</sub> - B<sub>3</sub> - B* / Ahmad Yani – Malagas – Cahaya – Telaga Biru II – Tanjung Harapan.

$$\text{dimana: } B_4 = \frac{560}{30} = 18,67$$

$$B_7 = \frac{2010}{40} = 50,25$$

$$B_2 = \frac{1370}{40} = 34,25$$

$$B_3 = \frac{1530}{40} = 38,25$$

$$B = \frac{2270}{30} = 75,67$$

$$\begin{aligned}
&= 18,67 + 50,25 + 34,25 + 38,25 + 75,67 \\
&= 217,09 \text{Menit}
\end{aligned}$$

Kromosom IV (Jalur SMPN 4): *Depot - B<sub>4</sub> - B<sub>7</sub> - B<sub>6</sub> - B<sub>8</sub> - B* / Ahmad Yani – M. Boya – Telaga Biru – Telaga Biru II – Tanjung Harapan.

$$\text{dimana: } B_4 = \frac{560}{30} = 18,67$$

$$B_7 = \frac{2010}{40} = 50,25$$

$$B_6 = \frac{1250}{35} = 35,71$$

$$B_8 = \frac{930}{45} = 20,67$$

$$B = \frac{1360}{50} = 27,2$$

$$\begin{aligned}
&= 18,67 + 50,25 + 35,71 + 20,67 + 27,2 \\
&= 152,5 \text{Menit}
\end{aligned}$$

Kromosom V (Jalur SMPN 5): *Depot - B<sub>4</sub> - B<sub>5</sub> - B<sub>6</sub> - B<sub>7</sub> - B<sub>2</sub> - B<sub>3</sub> - B* / Ahmad Yani – M. Boya – Telaga Biru – Cahaya – Swarna Bumi – Telaga Biru II – Tanjung Harapan.

$$\text{dimana: } B_4 = \frac{560}{30} = 18,67$$

$$B_5 = \frac{1020}{40} = 25,5$$

$$B_6 = \frac{2160}{50} = 43,2$$

$$B_7 = \frac{1250}{35} = 35,71$$

$$B_2 = \frac{1370}{40} = 34,25$$

$$B_3 = \frac{1530}{40} = 38,25$$

$$B = \frac{2270}{30} = 75,67$$

$$= 18,67 + 25,5 + 43,2 + 35,71 + 34,25 + 38,25 + 75,67$$

$$= 271,25 \text{Menit}$$

Kromosom VI (Jalur SMPN 6) : *Depot - B<sub>4</sub> - B<sub>5</sub> - B<sub>6</sub> - B<sub>7</sub> - B* / Ahmad

Yani – M. Boya – Telaga Biru I – Telaga Biru II – Tanjung Harapan.

dimana:  $B_4 = \frac{560}{30} = 18,67$

$$B_5 = \frac{1020}{40} = 25,50$$

$$B_6 = \frac{2160}{50} = 43,2$$

$$B_7 = \frac{930}{45} = 20,67$$

$$B = \frac{1360}{50} = 27,2$$

$$= 18,67 + 25,50 + 43,2 + 20,67 + 27,2$$

$$= 135,24 \text{Menit}$$

Kendaraan II kromosom dengan waktu tercepat adalah Kromosom VI yaitu 135,24 Menit.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan pembahasan pada Bab IV, penyelesaian *Vehicle Routing Problem* menggunakan Algoritma Genetika, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. *Vehicle Routing Problem* dapat diselesaikan dengan algoritma genetika.
2. Jarak terpendek dan waktu terkecil pada kasus perjalanan dua kendaraan depot air asmira dalam mengantar pesanan air galon dua *costumer* dapat ditentukan, yaitu:
  - a. Pada Kendaraan I jarak terpendek dan waktu terkecil adalah kromosom I yaitu Abdul Manaf – H. Arif – Kayu Jati – Sapta Marga – Pelita Jaya – Geriliya dengan jarak 4700 Meter dan Waktu 113,16 Menit.
  - b. Pada Kendaraan II Jarak terpendek dan waktu terkecil adalah kromosom VI yaitu Ahmad Yani – M. Boya – Telaga Biru – Telaga Biru II – Tanjung Harapan dengan jarak 6030 Meter dan waktu 135,24 Menit.

#### **5.2 Saran**

Beberapa hal yang disarankan dalam pengembangan aplikasi Algoritma genetika pada *Vehicle Routing Problem* sebagai berikut:

- a. *Vehicle Routing Problem* pada penelitian diselesaikan dengan aplikasi algoritma genetika, tidak menutup kemungkinan kasus *Vehicle Routing Problem* ini dapat diselesaikan dengan aplikasi lainnya misalnya algoritma *heuristic* dan graf berbobot, *Vehicle Routing Problem With Time Windows*, *Vehicle Routing Problem Delipery and Pickup*, dan lain-lain.
- b. Pengembangan penggunaan algoritma genetika dapat menggunakan pemograman. pencarian secara manual, dan pemograman yang mendukung terbentuknya simpul-simpul pada kasus *Vehicle Routing Problem*.

## DAFTAR PUSTAKA

Basuki, Achmad. *"Strategi menggunakan Algoritma genetika"*, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya. PENS-ITS. 2003.

\_\_\_\_\_. *"Tips dan Trik : Algoritma Genetika"*, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya. PENS-ITS. 2006.

Ginting, Rosnani. *"Penjadwalan Mesin"*, Graha Ilmu, Yogyakarta. 2009.

[https://mail.eepisits.edu/~kangedi/materi.kuliah/Kecerdasan.Buatan/Bab.Algoritma Genetika.pdf](https://mail.eepisits.edu/~kangedi/materi.kuliah/Kecerdasan.Buatan/Bab.Algoritma%20Genetika.pdf). 14 februari 2011.

Ing, dkk, *"Pemanfaatan Metode Heuristik dalam Pencarian Jalur Terpendek dengan Algoritma Semut dan Algoritma Genetika"*, Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2007. hlm:1 s/d 7, 2007.

Kusumadewi, Sri. *"Penyelesaian Masalah Optimasi dengan Teknik-teknik Heuristik"*, Graha Ilmu. Yogyakarta. 2005.

Munir, Rinaldi. *Matematika Diskrit*, Edisi ke-2. Bandung: PT. Informatika. 2003.